Die

# Mund-Rachenwand der Vögel und Säuger.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Königl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

**Georg Aulmann**
aus Schwäbisch Hall.

ACAD. LITT. BAT. BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Oktober 1907.

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1909.

154

Sonderabdruck aus »Morpholog. Jahrbuch«. Bd. XXXIX. Heft 1.

**Meinen lieben Eltern**

in dankbarer Verehrung

gewidmet

zum 18. August 1908.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549813_0127

VII.

# Die Mundrachenwand der Vögel und Säuger.

Von

**Dr. Georg Aulmann**

aus Schwäb. Hall.

---

Mit Tafel IV—VII und 47 Figuren im Text.

---

Neue Untersuchungen über die Mundrachenhöhle bedürfen keiner Motivierung, da die vorhergehenden, von O. Hofmann und W. Sippel bearbeiteten Kapitel dieser Studien offenbar gemacht haben, daß die aus der Literatur zu schöpfenden Angaben über dieses anatomische Gebiet durchaus unzureichend sind. Dasselbe gilt vom Stande der entwicklungsgeschichtlichen Kenntnisse, welche bloß auf die Vorgänge bei Säugern beschränkt sind und die Vorgänge bei Sauropsiden kaum berühren. Die unten folgende Literaturübersicht liefert ein grelles Zeugnis dieses Urteils. Man hat wohl die Begriffe: Mundhöhle, Rachen auch für die Vögel gültig erklärt, jedoch niemand hat bisher genauere Rechenschaft von der Gestalt, den Grenzen und der Entwicklung dieser Räume abgelegt. Daher herrscht bei uns allen bloß die Vorstellung, daß hier Höhlungen gebildet sind, durch welche die Speise passiert. Herr Prof. Fleischmann stellte mir die Sachlage und die Notwendigkeit dar, die einzelnen Phasen der Bildungsgeschichte des Rachens genau zu verfolgen, besonders exakte Modelle nach Querschnittserien herzustellen, damit man endlich einmal erfahren könne, wie die Mundhöhle und der Rachen wirklich aussehen. Seinem Rate folgend, habe ich im Januar 1907 die Untersuchungen im zoologischen Institut Erlangen unter seiner Leitung aufgenommen; es ist für mich eine ehrenvolle Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer für die liebenswürdige und aufopfernde Förderung meiner Arbeit zu danken, nicht

weniger als für die große Freude, die mir die gemeinschaftliche Arbeit mit ihm bereitete. Gleichzeitig drängt es mich, Herrn Privatdozenten Dr. Zander meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, welcher in seiner liebenswürdigen Weise mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ich konnte die Arbeit sofort beginnen, da vor zwei Jahren im zoologischen Institut eine große Anzahl von Kanarienvogelembryonen systematisch gezüchtet und in Formalin konserviert worden war. Im ganzen standen mir 122 Embryonen vom 1.—14. Tage der Bebrütung zur Verfügung, welche vorläufig nach dem Alter in kleinen Röhrchen zusammengelegt waren. Ich habe dieselben mit Rücksicht auf die Größe und den Ausbildungsgrad des Körpers umgeordnet, so daß ich nach äußerlichen Merkmalen 33 Entwicklungsstufen unterschied, aus welchen ich die für meine Zwecke wichtigen Objekte heraussuchen mußte.

Diese Aufgabe bereitete mir große Schwierigkeiten; denn es reicht nicht aus, Embryonen jedes Bruttages zu schneiden, in der Hoffnung, auf diese Weise den Gang der Entwicklung zu übersehen. Die für das Verständnis wichtigsten Phasen der Darmbildung laufen oft sehr rasch ab, andre, weniger wichtige dauern längere Zeit an. Ich habe daher viel Mühe und Zeit aufwenden müssen, um die für die Lösung meiner Frage bedeutungsvollen Stadien durch Probeserien und Probemodelle ausfindig zu machen, und ich muß leider gestehen, daß trotz aller Mühe und Sorgfalt mein Ziel nicht so vollständig, wie ich wollte, erreicht wurde.

Die Embryonen wurden mit Boraxkarmin durchgefärbt und die Schnitte mit Vesuvin differenziert. Teils wurden sie wegen der leichteren Orientierung mit Eosin provisorisch vorgefärbt und erst die Schnitte mit Hämatoxylin und Kongorot nach Zander behandelt.

Im Laufe der Untersuchung sah ich ein, daß die Embryonen durchaus individuell zu behandeln seien. Daher habe ich den Umriß jedes in Xylol aufgehellten Embryos genau gezeichnet und das eingestellte Objekt nach der Skizze auf dem Jungschen Mikrotom in die vorteilhafteste Schnittrichtung orientiert. Von sämtlichen Stadien wurden Quer- und Längsschnitte als auch Transversalschnitte und danach eine große Anzahl von Modellen angefertigt; denn es ist unmöglich, aus den Schnittserien eine richtige körperliche Vorstellung zu gewinnen, weil die Mund- und Rachenhöhle der kleinen Embryonen außerordentlich gekrümmt verläuft und man jedesmal, wie auch die Schnittrichtung gewählt sein mag, höchst unangenehme

Schrägschnitte durch irgend eine Kopfzone erhält. Wenn z. B. der Embryo so eingestellt war, daß der Schnabel und die Mundhöhle gut quer getroffen wurde, bekam ich in der Rachenhöhle sehr schwierig zu deutende und zu modellierende Schrägschnitte. Um unzweifelhaft richtige Modelle zu erhalten, habe ich an jedem Embryo eine mit »Nubian Waterproof Blacking« geschwärzte Definierebene anbringen müssen. Aus den Schnittserien wurden nach der Bornschen Methode Rekonstruktionsmodelle angefertigt, hauptsächlich nach Querschnittserien, doch stellte ich zur Kontrolle auch einige Modelle nach Längsschnittserien her. Die Modelle sind so sorgfältig ausgeführt, daß ich ihnen mehr vertraue als den direkt angefertigten Längsschnitten; denn man kann den paraffinierten Embryo schwer so einstellen, daß etliche Schnitte der Serien rein in die Mediane des Kopfes fallen. Bei der Orientierung der eingebetteten Embryonen ist man lediglich auf das Augenmaß angewiesen. Auf Anraten meines Lehrers bin ich so verfahren, daß ich die Embryonen nach entsprechendem Aufenthalte in Paraffin, den ich auf möglichst kurze Dauer einschränkte, vorsichtig mit der Pinzette herausnahm und das überschüssige Paraffin abträufeln ließ; dann war am erstarrten Objekt das Gesamtrelief des Kopfes zu überblicken. Unter der Lupe habe ich an dem auf einen Holzklotz aufgekitteten Embryo die Mittellinie der dorsalen und ventralen Fläche des Kopfes eingeritzt, die laterale Zone des Kopfes tangential angeschnitten und aufmerksam die Neigung der Schnittfläche zur angegebenen Mittellinie betrachtet, bis wir glaubten, die rechte Ebene getroffen zu haben; dann wurde ein schwacher Paraffinmantel um den Embryo geschmolzen und die Schnittserie abgehobelt. Wenn alles mit der größten Sorgfalt ausgeführt und die aufzuwendende Zeit reichlich bemessen wird, kann man des Erfolges ziemlich sicher sein, obwohl weniger gelungene Längsschnitte immer mit in den Kauf zu nehmen sind.

Die Wachsmodelle wurden längs der Medianebene auseinandergesägt, um den vollständigen Überblick über die Innenfläche zu gewinnen. Beim Vergleich mit den wirklichen Medianschnitten durch die Embryonen fand ich eine ausgezeichnete Übereinstimmung beider, so daß ich mich auf die Richtigkeit meiner Rekonstruktionsmodelle verlassen kann.

Im ganzen habe ich 50 Embryonen von *Fringilla canaria* geschnitten und 15 Modelle angefertigt, jedoch nur sechs Stadien, welche auch in Holz geschnitzt wurden, meiner Beschreibung zu-

grunde gelegt. Zum Vergleich mit den Verhältnissen beim Vogel wurden auch Säuger untersucht, und zwar beschränkte ich mich ausschließlich auf Entwicklungsstadien des Schafes, von welchem ein reichhaltiges Material im zoologischen Institute vorhanden war. Ich habe 20 Embryonen geschnitten und neun Rekonstruktionsmodelle angefertigt. Hier will ich nur drei Stadien beschreiben, welche ebenfalls in Holz geschnitzt wurden. Es sind dies die Größen: 13,0; 20,0; 41,0 mm Scheitel-Steißlänge.

## I.

## Die Ansichten andrer Forscher.

Die Mundrachenhöhle der Vögel ist bisher ganz ungenügend und nur in kurzer Weise behandelt worden, daher kann ich die einschlägigen Abschnitte aus andern Abhandlungen hier im Wortlaut zusammenstellen.

a. H. Gadow (1) 1891, (S. 661):

»Die Mundhöhle der Vögel zerfällt naturgemäß in eine obere und in eine untere Hälfte. An der oberen läßt sich ein vorderer Teil von dem inneren unterscheiden, ungefähr entsprechend dem harten und dem weichen Gaumen. Der vordere erstreckt sich von der Spitze bis ungefähr zu den hinteren Nasenlöchern oder Choane und ist von dem umgeschlagenen und meistens verhornten Epithel des Oberschnabels bedeckt, er ist demgemäß am längsten bei den langschnäbeligen Vögeln. Der hintere Teil wird von weicherer, sehr drüsen- und nervenreicher Schleimhaut bedeckt; in ihr liegen die Choanenspalte mit den hinteren Nasenlöchern und die Grube mit den Mündungen der Eustachischen Tuben.«

(S. 467):

»Jede der beiden Tuben wird schließlich von Knochenlamellen der Ossa periotica, des Basisphenoids und des Basi occipitale umwachsen, durchbohrt daher gewissermaßen den Schädel in der späterhin ganz obliterierenden occipito-sphenoidalen Sutur und öffnet sich auf der Ventralfläche des Sphenoids, etwas nach hinten von der Articulation des Pterygoids. Die Kanäle beider Seiten vereinigen sich dann zu einem häutigen, kurzen Ausführungsgange, der in der Mittellinie der hinteren Mundhöhle gelegen ist.

Neben der Choanenspalte befinden sich bei den meisten Vögeln zwei flache Polster, die an ihrem hinteren Rande rückwärts gerichtete, meist in zwei Reihen angeordnete, Papillen tragen. Bei vielen Vögeln, z. B. bei Eulen, Hühnern, Enten, Singvögeln sind die Polster ganz mit derartigen, oft reihenweise stehenden Papillen bedeckt. Die Polster bestehen fast ganz aus einfachen Schleimdrüsen, deren Mündungen man nach Abnahme des gewöhnlich sehr starken, geschichteten Plattenepithels sehen kann. Diese Polster wurden von Rapp mit den Tonsillen der Säugetiere verglichen; Kahlbaum hat aber nachgewiesen,

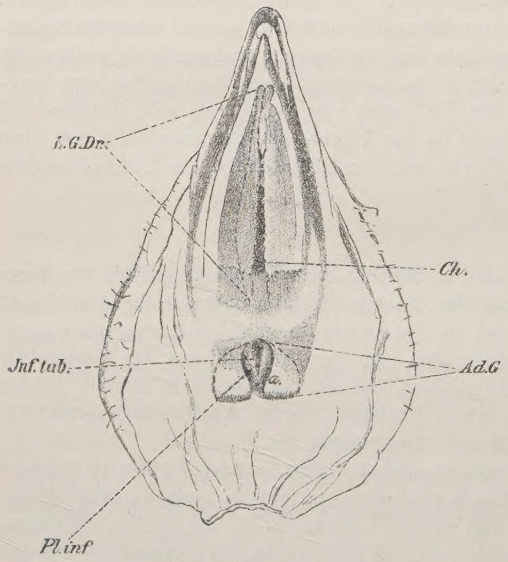
daß die hier vorhandenen Drüsen sich in nichts von den übrigen Schleimdrüsen der Mundhöhle unterscheiden.«

b. C. Gegenbaur (2) 1901, (S. 84):

»Bei den Carinaten zeigt sich der Gaumen durch seitliche Platten vorgestellt, welche eine mediane Längsspalte begrenzen, die Kommunikation mit der Nasenhöhle. Wir leiten diesen Zustand von einer Weiterbildung der bei den Eidechsen die inneren Nasenöffnungen lateral begrenzenden Leisten ab. Diese Choanenspalte pflegt nach hinten zu sich etwas zu erweitern und flach auszulaufen. Sie führt bei den meisten direkt in beide Nasenhöhlen, indem das schmale Septum erst gegen sie sich heraberstreckt. Solche Zustände bieten Tauben, Hühner, auch die Accipitres und viele andre dar, indes bei Papageien und *Passeres* die Spalte kürzer, aber beträchtlich breiter sich darstellt und mehr den Choanen entspricht. Weit nach hinten ist diese nasale Kommunikation bei den Ratiden gerückt, wie sie z. B. bei *Struthio* von schräg nach hinten divergierenden und auslaufenden Seitenränden umfaßt wird. Je nach der Ausdehnung der Choanenspalte nach vorn hin zeigt sich der Gaumen der Vögel mehr oder minder einheitlich abgeschlossen. Er bietet verschiedene, von einer Schleimhautbekleidung ausgehende Reliefbildungen dar, von denen wir Reihen längerer, die Choanenspalte umsäumender derber Papillen, die übrigens auch an der Seite der Choanen von Schildkröten (*Chelonia*) sehr ausgebildet sind, als ziemlich verbreitet aufführen wollen.«

c. G. Killian (7), 1888 (S. 687):

Fig. 1.




Ansicht des Gaumens vom Huhn nach G. Killian. Natürl. Gr. *Ad.G.* Gebiet der Rachen- oder Tubendrüse und des adenoiden Gewebes; *Ch* Choanen; *Inf.tub* Infundibulum tubarum, auseinandergezogen; *L.G.Dr* Gebiet der lateralen Gaumendrüse; *Pl.inf* Plica infundibuli.

»Die Vögel haben keinen Nasenrachenraum, denn der harte Gaumen schließt sich weder in der Mitte entsprechend weit wie bei den Säugern, noch hat er eine Verlängerung, ein Velum, welches einen hinter den Choanen und im Bereich der Tubenöffnungen gelegenen Raum von der Mundrachenhöhle separieren würde (Textfig. 1). Die Tuben ihrerseits münden bekanntlich nicht einzeln, sondern vereinigen sich an der unteren Fläche des Basisphenoid, vor der Spitze des Parasphenoid (eines den hinteren Teil des Os sphenobasilare von unten deckenden besonderen Knochens) und bilden einen nach dem Rachendache sich trichterförmig erweiternden, gemeinsamen, einige Millimeter langen Kanal, eine Art Infundibulum tubarum, dessen Wände für gewöhnlich

aufeinander liegen, so daß das Lumen die Gestalt eines genau medianen und sagittalen Spaltes hat. Einen solchen erkennt man auf der Figur Textfig. 1 nicht mehr, weil das Infundibulum auseinandergezogen wurde, um die beiden sagittalen Falten an seinen Seitenwänden zu zeigen Plicae infundibuli.

Beim Huhn hat die Schleimhaut des Rachendaches beiderseits um das Infundibulum, so weit sie auf Fig. 1 vorn durch die punktierte Linie, hinten durch den »gezackten Rand« abgegrenzt wird besonders an Präparaten, die in Spiritus gelegen haben, eine hellere Farbe als die Umgebung bei der Taube weißlich. Es beruht dies darauf, daß hier ein dickes acinöses Drüsenlager durchschimmert, welches genau die erwähnten Grenzen einhält und keine Verbindung mit benachbarten Drüsen hat, wie bei der Gans und Ente. Dasselbe verdient daher als »Rachendrüse« oder »Tubendrüse« besonders unterschieden zu werden.

Huhn und Taube besitzen im Bereiche der Rachendrüse zwischen Epithel und Drüsensubstanz eine Schicht adenoiden, bei letzterer follikelhaltigen Gewebes, die Gans nur solitäre Follikel, die Ente keins von beiden. Bei allen ist dagegen der ganze Tubentrichter mit adenoider, follikelhaltiger Substanz ausgekleidet, die entsprechend den Plicae infundibuli ziemlich dick sein kann.«

Den Beweis, daß das hier beschriebene adenoide Gewebslager der Rachentonsille der Säugetiere homolog sei, erblickt S. Killian in folgenden Momenten:

Das Infundibulum tubarum liegt wie bei den Säugern an der Schädelbasis im trichterförmigen Raume zwischen Basisphenoid und vorderem Ende des Parasphenoid. Genau wie bei den Säugern der Hypophysengang durch das hintere Keilbein tritt und vor der Anlage der Rachentonsille endet, so mündet er bei den Vögeln direkt in die vordere Hälfte des Infundibulum tubarum.

Nach Untersuchungen an *Accipiter nisus* und einem Kanarienvogel bestätigt A. Oppel 8 1900, daß die von Killian beschriebenen Verhältnisse allgemeine Verbreitung im Vogelreiche haben.

d. E. Göppert (3) 1903 (S. 335):

»Wie bekannt, sind auch bei den Vögeln die Aperturae nasales internae 'primitive Choanen' durch paarige Gaumenfortsätze jederseits ventral überdacht und kommuniziert die Nasenhöhle erst durch die zwischen jenen bestehende Öffnung, durch die sekundäre Choane, mit der Mundhöhle. Ein Teil der letzteren ist durch die Gaumenfortsätze unvollständig abgetrennt und als Ductus naso-pharyngeus der Nasenhöhle zugewiesen worden.

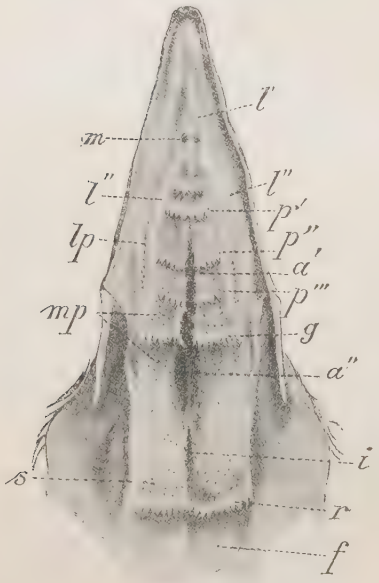
Bei den Carinaten ist in der Mehrzahl der Fälle durch eine Schleimhautleiste Grenzleiste ein längliches Gebiet am Mundhöhlendach abgegrenzt, das die sekundäre Choane in sich schließt und als Choanenfeld bezeichnet werden kann. Die Choane stellt meist einen longitudinal verlaufenden Spalt vor, der sich nach hinten etwas erweitert.«

»Dicht hinter der Choane liegt die gemeinsame Mündung der beiden Tuben, und nicht weit davon erheben sich in fast allgemeiner Verbreitung zwei paarig angeordnete, an ihren Rändern ausgezackte Schleimhautblätter, die nach hinten gerichtet sind und als Pharynxfalten bezeichnet werden können. Sie bilden eine scharfe Grenze gegen den Oesophagus.«

e. K. Heiderich (4) 1907:

»Die Mundhöhle ist von der Schlundkopfhöhle nicht so scharf getrennt wie bei den Säugern, weil das Gaumensegel fehlt. Mundhöhle und Schlundkopfhöhle bilden vielmehr einen einheitlichen gemeinschaftlichen Hohlraum, der nur ganz unvollständig in eine vordere Abteilung (Cavum oris) und in eine hintere (Cavum pharyngis) geteilt werden könnte. Die Grenze zwischen beiden deutet bei den Gallinacei eine Papillenreihe am Gaumen an, bei den übrigen Arten urteilt er nach der Choanenspalte, der im Mundhöhlendach gelegenen unpaaren Nasenausgangsöffnung. Dieselbe ist im allgemeinen in ihrem vorderen Abschnitte relativ eng, erweitert sich dann ziemlich bedeutend und läuft allmählich flach aus, zerfällt also in einen vorderen engen und in einen hinteren weiteren Teil. Der enge Teil gehört offenbar dem harten Gaumen an, er stellt gleichsam die beim Vogel offen gebliebene Sutura palatina der Säuger dar. Der weite Teil der Choanenspalte dagegen entspricht den Choanen der Säuger und gehört mithin dem Cavum pharyngis an. Die Grenze zwischen dem engen und weiten Teil der Choanenspalte würde ungefähr diejenige Stelle markieren, wo bei Säugern der Ursprung des Palatum molle liegt. Am Dache des Cavum pharyngis befindet sich eine mediane, längliche Infundibularspalte, welche in einen trichterförmigen Hohlraum (Infundibulum tubarum, die gemeinschaftliche Ausmündung der Hörtrompeten) führt, dessen Wand zwei sagittale Falten, Plicae infundibuli, bildet. Beide Eustachischen Tuben vereinigen sich zu einem kurzen, gemeinschaftlichen Tubengang, der in der Tiefe des Infundibulums zwischen den beiden Falten ausmündet. Die Infundibularspalte ist (ausgenommen *Ciconia*) nur durch einen schmalen Schleimhautsteg von der Choanenöffnung getrennt.

Fig. 2.




Das Gaumendach des Haushuhnes nach K. Heiderich. $a'$ enger, $a''$ weiter Teil der Choanenspalte; *f* Speiseröhre; *g* Gaumenpapillenreihe; *i* Infundibularspalte; $l'$ medianes, $l''$ laterales Gaumenleistchen; *m* Ausmündung der Gl. maxillaris monostomatica; *mp* mediale, *lp* laterale Gl. palatinae; $p'$, $p''$, $p'''$ Papillenreihen; *r* Rachenpapillenreihe; *s* Gl. sphenopterygoideae.

Das Rachengewölbe ist durch eine Reihe von Hornpapillen gegen die Speiseröhre deutlich abgegrenzt. Es ist kein Raum für einen dorsalen Teil der Schlundkopfhöhle, d. h. für einen Pars nasalis cavipharyngis, als besonderen Atmungsweg geschaffen, da die Ossa palatina in ihrem hinteren Teile sich nicht wie beim Säuger zu einer Pars perpendicularis erheben. Das Cavum pharyngis des Vogels entspricht vielmehr nur dem Verdauungswege des Cavum pharyngis der Säuger. Da ein dem Atmungswege der Säuger-Schlundkopfhöhle entsprechender Teil in der Schlundkopfhöhle des Vogels fehlt, so

ist beim Abschlucken eines Bissens nur notwendig, daß am Gaumen-Rachendache die Choanenspalte und Infundibularspalte und am Schlundkopfboden der Kehlkopfeingang abgeschlossen werden.

Ich kann von der Kritik der eben mitgeteilten Ansichten absehen, weil dieselben sich mehr als gelegentliche Gedanken, statt als Resultat eingehenden Nachforschens darstellen. Aber man sieht daraus, wie notwendig die genaue Untersuchung der Gegend ist. Sippel (10) allein macht eine Ausnahme. Er hat zuerst Widerspruch gegen die bisher gebilligte Deutung des Choanenspaltes erhoben und gezeigt, daß derselbe richtiger als Ausgang der Orbitalmulde aufzufassen sei. Durch sorgfältige Analyse des Munddaches lehrte er den Anstieg und den Subchoanalraum kennen. Ich habe die Freude, seine Angaben nicht bloß zu bestätigen, sondern durch entwicklungsgeschichtliche Studien zu erweitern und zu befestigen.

## II.

## Die Mundrachenwand des Kanarienvogels (Fringilla canaria).

### 1. Die Mundrachenwand am 14. Bruttage.

#### a. Schnabelkammer.

Statt des von weichen Muskellippen umrahmten Mundes, wie er die Säugetiere auszeichnet, besitzen die Vögel an dem konischen Schnabel (Taf. IV Fig. 1) eine winkelig geknickte, V-förmige »Schnabelspalte« zwischen hornigen Schnabelrändern und vor der eigentlichen Mundhöhle eine flache dreieckige »Schnabelkammer«, deren Grenzen durch die drei Punkte: Schnabelspitze und die beiden Schnabelwinkel (*rw*) gegeben sind. Ober- bzw. Unterschnabel (*rs* und *ri*) bilden Dach und Boden derselben; eigentliche Seitenwände fehlen, so daß die Schnabelränder weit aufgesperrt werden können.

Das spitzwinkelige Vorderende der Zunge (*z*) ragt in die Schnabelkammer hinein (Taf. IV Fig. 3) und läßt einen vor der Zunge liegenden Abschnitt von einem Mittelfelde unterscheiden, an welchem eine seichte Mulde, wie Göppert zuerst bemerkte, einen ziemlich getreuen Abdruck der Zunge darstellt. Ihr einem gotischen Spitzbogen vergleichbarer Umriß spiegelt den Kontur des vorderen Zungenendes wieder. Man kann sie daher als Zungenfeld (*zd*) bezeichnen (vorderer Teil des Choanenfeldes Göppert).

Die tiefe Mulde am Unterschnabel (Textfig. 3) kann, wenn nicht als Abdruck der Zungenunterseite, so doch als eine für leise Zungen-

bewegungen bei geschlossenem Schnabel oder als Führungsrinne bei geöffnetem Schnabel notwendige Furche gedeutet werden.

Die Schnabelränder stehen ebenfalls im Verhältnis von Patrize zur Matrize.

### b. Nasenschläuche.

Dorsal über der Schnabelkammer liegen, von den Schnabelknochen: Prämaxilla, Maxilla und Nasale verdeckt, die Nasen-

Fig. 3.

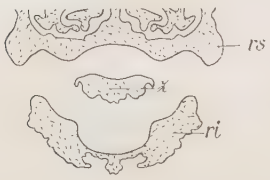



Fig. 4.

Fig. 5.

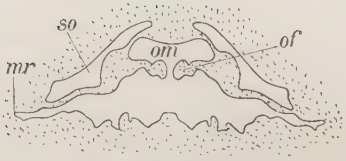



Fig. 6.

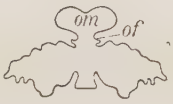



Fig. 7.

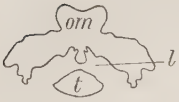



Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 3—9. Querschnitte durch die Mund- und Rachenhöhle eines Embryos von *Fringilla canaria* (14. Bruttag). Vergr. 10/1.

Abstand der Schnitte: 3—4 = 125 $\mu$, 4—5 = 400 $\mu$, 5—6 = 575 $\mu$, 6—7 = 575 $\mu$, 7—8 = 675 $\mu$, 8—9 = 200 $\mu$.

*As* Anstieg; *l* Larynx; *of* Orbitalfalte; *om* Orbitalmulde; *ri* Unterschnabel; *rs* Oberschnabel; *so* Sinus orbitalis; *t* Trachea; *z* Zunge; *zf* Zungenfurche.

schläuche (Taf. IV Fig. 1, 2, 3); das äußere Nasenloch (*an*) über der vorderen Hälfte des Schnabelspaltes mit dem mächtig großen Vorhof (*v*) und der etwas kleineren, ziemlich einfach modellierten Muschelregion (*Mx*), deren laterale Nischen, Aulax (*A*) und Sacter (*S*) deutlich hervortreten. Ungemein mächtig ist der Vorhof (*v*) gebildet; er übertrifft die Muschelregion an Volumen und Komplikation der Wandfaltung und erstreckt sich auch nach hinten unterhalb derselben

(Taf. IV Fig. 3). Die Nasenschläuche ziehen caudal in einen rundlichen Choanengang (*ch*) aus, in welchen der Tränennasengang (*tr*) an einer auffallend weit caudal liegenden Stelle mündet (Taf. IV Fig. 1). Aus dem hinteren Ende des Sacter entspringt der Stiel des mächtig entfalteten Sinus orbitalis (*so*), der sich längs der Seitenwand der Mundhöhle fast bis zum Beginn der Tubenregion ausdehnt (Taf. V Fig. 23).

### c. Mundhöhle s. str.

Die Mundhöhle hinter dem Schnabelspalt ist ein breiter, dorsoventral komprimierter Hohlraum, der mit einem querovalen Eingang am Schnabelwinkel beginnt. Ihre anatomischen Grenzen sind immer noch nicht sicher abzustecken, da eingehende Untersuchungen fehlen. Ich kann nur für die Decke eine genaue Marke angeben; das ist die Stelle, wo die Hypophyse sich als Ausstülpung der primären Mundwand abgeschnürt hat. Am fertigen Tier läßt sich dieselbe allerdings nicht mehr mit der gewünschten Deutlichkeit nachweisen. Doch glaube ich sie, nachdem ich viele Embryonalstadien daraufhin untersucht habe, an der durch den Buchstaben *h* bezeichneten Stelle (Taf. V Fig. 3) suchen zu dürfen. Die nähere Begründung dieser Annahme werde ich später (S. 52, 56, 60) bringen.

Schwieriger ist die Grenze für den Mundboden anzugeben. Mangels ausreichender Erfahrung kann ich mich nur aus allgemeinen Erwägungen für eine vorläufige Annahme entscheiden. Da der Kehlkopf ein Derivat des hintersten Rachenabschnittes (hinter der letzten Schlundtasche) ist, so muß nach meinem Dafürhalten auch beim erwachsenen Vogel die Mundgrenze rostral, d. h. vor dem Kehlkopfe (*l*) gesucht werden, ungeachtet des Umstandes, daß derselbe so nahe gegen die Schnabelwurzel vorgeschoben scheint. Die Zunge dagegen glaube ich entgegen der heute herrschenden Ansicht als ectodermales Gebilde, d. h. als Bestandteil der wirklichen Mundhöhle einschätzen zu dürfen.

Wenn diese Marken richtig sind, kann die ectodermale Wand der Mundhöhle als ein schräg abgestutzter, flach gedrückter Kegel betrachtet werden, dessen dorsale und ventrale Fläche (Munddecke und Mundboden) transversal breit gedehnt sind, während die Seitenwände ganz schmal und niedrig sind (Textfig. 5, 6 *mr*), so daß der von den letzteren begrenzte Teil der Lichtung (ich werde sie fortan kurzweg »Mundwinkelrinne« nennen) wie eine niedrige Nische erscheint, deren dorsale und ventrale Wand sich in die seitlichen Teile des Ober- und Unterschnabels fortsetzen.

### d. Orbitalmulde.

Je ein breiter Streifen der Munddecke steigt (Textfig. 5) von den Mundwinkelrinnen (*mr*) schräg dorsal auf, und zwar etwas steiler geneigt als das Schnabeldach. Nahe der Mittellinie biegt die Epithelschicht aber wieder seitlich ab und umfaßt eine ansehnliche, wenngleich etwas flach gedrückte Gewölberinne (*om*). Dieselbe ist niemals richtig gewürdigt worden. Wenn man in der bisher üblichen Weise (Göppert, Heiderich) die Mundhöhle spaltet und das Dach betrachtet, so sieht man in der Mittellinie einen länglichen, hinten etwas breiteren Spalt klaffen (Textfig. 2), welcher von den meisten Autoren als »Choanenspalt« bezeichnet wurde. Bei der Kleinheit des Gebildes ist es unmöglich, mit dem bloßen Auge mehr Einzelheiten wahrzunehmen. Noch weniger kann man über den morphologischen Wert des Spaltes klar werden. Erst Querschnitte, bzw. das nach solchen hergestellte Modell lehren uns das eigentliche Wesen derselben kennen. Wir verstehen, daß derselbe nicht ein Spalt, sondern eine wenig hohe, aber transversal ausladende Hohlrinne des Mundepithels bzw. des Munddaches ist, deren Decke median etwas absinkt und so den einheitlichen Raum der Rinne in zwei symmetrische Hohlkehlen zerlegt (Textfig. 4—6). Ich werde sie mit Sippel als Orbitalmulde (*om*) bezeichnen.

Die Lichtung der Orbitalmulde wird gegen die Mundhöhle unvollständig abgegrenzt durch zwei unterhalb der Gewölberinne vorspringende Orbitalfalten (*of*), welche rostral fast bis zur Berührung median reichen (Textfig. 4, 5), weiter hinten (Textfig. 6, 7) einen großen gegenseitigen Abstand bewahren, also vorn einen engen, hinten einen weiten Eingangsspalt (den Choanenspalt im Sinne Göpperts) umsäumen. Man kann auf den Umstand, daß die Orbitalmulde vom Mundepithel ausgekleidet wird, besonderes Gewicht legen und die Auffassung vertreten, daß die Orbitalfalten die Mundhöhle in zwei Stockwerke, in einen unteren, transversal stark entfalteten Abschnitt, die eigentliche für die Nahrungsaufnahme wichtige Mundhöhle s. str. und einen an Volumen unscheinbar zurücktretenden oberen Raum, die Orbitalmulde trennen (Textfig. 4—6). Die Eigenart der Orbitalmulde als eines dorsal von der Mundhöhle abgesetzten Raumes wird durch die höhere Lage deutlich bewiesen; denn die Orbitalfalten (*of*) streichen ungefähr im gleichen Niveau mit dem Schnabeldach (wenngleich unter einem schwachen Winkel gegen das letztere geneigt) (Taf. IV Fig. 3), während die Orbitalmulde über der Ebene der Orbitalfalten und des Schnabeldaches

steht und an dem Modell der Epithelwand (Taf. IV Fig. 2) wie ein medianer Längswulst über das Schnabel- und Munddach emporspringt.

### e. Parachoanale Zone.

Wie die Seitenwände der Orbitalmulde sich gegen die Orbitalfalten herabkrümmen (Textfig. 5, 6), so muß am vorderen Ende der Orbitalmulde die orale Wand ventral abbiegen (Taf. IV Fig. 3 *pch*), um den Zusammenhang mit der Mundwand zu bewahren. Dieselbe ist jedoch nur am Medianschnitte zu sehen, da rechts und links die Nasenschläuche in die Orbitalmulde einmünden (Taf. IV Fig. 3). Die primitiven Choanen (*ch*) derselben stehen nahe der Medianebene dicht nebeneinander und öffnen sich in die beiden symmetrischen Seitenräume der Orbitalmulde, welche durch ihre bilaterale Ausbauchung den paarigen Charakter der Nasenschläuche und ihrer Mündungen morphologisch noch eine Strecke weiter klingen läßt. Das orale Ende der Orbitalmulde ist also durch enge Beziehung zu den primären Choanen ausgezeichnet und verdient einen besonderen Namen. Ich will es die parachoanale Zone nennen. Sippel hat von dem subchoanalen Raum gesprochen, welcher mit der Orbitalmulde in das Cavum orbito-subchoanale zusammenfließt, weil er vornehmlich den Kiebitz (*Vanellus cristatus*) studiert hat, dessen Parachoanalraum länger als bei andern Arten entwickelt ist. Ich ziehe jedoch den Ausdruck »parachoanale Zone« vor, weil beim Kanarienvogel Choanen und Choanengang kürzer sind. Die anatomischen Verhältnisse sind eben bei den einzelnen Vogelarten recht verschieden. Beim Kiebitz wird Choane und Choanengang sowie das orale Ende der Orbitalmulde sagittal ausgezogen, so daß der parachoanale Raum wirklich unter den Choanen liegt, was Sippel durch den Terminus »subchoanal« ausdrücken wollte. Beim Kanarienvogel aber läuft der Choanengang jedes Nasenschlauches ziemlich in der gleichen Achsenrichtung wie die Aulaxnische gerade rückwärts, und endet ohne scharfe Grenze an der absteigenden, parachoanalen Wand der Orbitalmulde.

Der Tränennasengang (*tr*) mündet in den Choanengang unterhalb der Muschelzone (Taf. IV Fig. 1, 2). Der Abstand seiner Mündung von den Choanen ist außerordentlich klein. Ich betrachte ihn als eine anatomische Marke, welche die geringe sagittale Länge des Choanenganges und natürlich auch der Choane beweist.

Die Choanen der Nasenschläuche sind am fertigen Tier nicht ohne weiteres zu beobachten, weil die Orbitalfalten sich gerade in

dieser Gegend der Medianebene bis zur Berührung nähern (Textfig. 4). Sie umsäumen hier den engen Orbitalspalt und tragen auf ihrer ventralen Fläche eine ganz seichte muldige Vertiefung (*As*), das Anstiegfeld (Sippel), welchem der hintere Teil der Zunge anliegt (Taf. IV Fig. 3).

Der Zungenrücken liegt zum Teil dem spitzbogigen Zungenfelde hinter dem Oberschnabel, zum Teil dem vorderen Abschnitte der Orbitalfalten an (Taf. IV Fig. 3), daher ist ein hinterer flacher und ein vorderer schräg geneigter Zungenteil zu unterscheiden. Nach Querschnitten beurteilt (Textfig. 4), ist die Zunge eine Verdickung des Mundbodens und von zwei seitlichen Zungenfurchen (*zf*) abgegrenzt, welche an eine kurze, parallel zum Zungenrande verlaufende Schleimhautfalte stoßen. Das spitzwinkelige Zungenende ragt frei über die Schnabelwinkel vor und liegt dem Zungenfelde unter den Nasenschläuchen an.

### f. Hinterer Teil der Mundhöhle.

Wenn wir in der Mundhöhle nach hinten wandern (Textfig. 5—8), so fällt uns die Verengerung derselben durch Abnahme des transversalen Durchmessers und die stärkere Wölbung (Textfig. 6) ihres Daches auf. Denn die Mundhöhle verengt sich von dem Schnabelwinkel, wo sie als breiter Raum beginnt, gleich einem Trichter nach hinten. Obwohl die Querausdehnung in stärkerem Grade als die Höhe abnimmt, erleidet doch auch letztere eine Einbuße. Daher nähern sich Decke und Boden, und die Orbitalmulde sinkt tiefer herab (Taf. IV Fig. 3). Je mehr caudal man vordringt, um so weiter weichen die Orbitalfalten auseinander (Textfig. 7) und verflachen. Indem der Orbitalspalt breiter wird, hebt sich auch die Orbitalmulde weniger scharf vom benachbarten Munddache ab, bis sie schließlich an der hinteren Mundgrenze verstreicht (Textfig. 7, 8).

Wegen der später folgenden Schilderung der anatomischen Geschichte der Mundhöhle ist es notwendig, das Epithelmodell auch von außen (Taf. IV Fig. 1, 2) zu betrachten. Dann fällt die Orbitalmulde (*om*) als ein dorsaler Hohlkamm und dicht darunter zwei oro-caudal gerichtete, über die ganze Ausdehnung der Mundwand hinziehende Furchen (*of*) auf. Sie zeigen die Orbitalfalten an; da das Epithel der Mundwand allein rekonstruiert wurde, muß eine nach innen vorspringende Epithelfalte, von außen betrachtet, als rinnenartige Einsenkung erscheinen. Diese Rinne spiegelt die oben erwähnten Eigenschaften der Orbitalfalten. Sie verflacht nach hinten und ver-

schwindet vollkommen, während gleichzeitig an dieser Stelle (Taf. IV Fig. 3 vor dem Buchstaben *h*) die mediane dorsale Partie des Epithels schräg dorsal aufsteigt.

### g. Der Rachen.

Dort, wo die Orbitalfalten aufhören, beginnt der Rachen (Pharynx), ein (sagittal) sehr kurzer Abschnitt des Vorderdarmes, dessen Länge kaum halb so groß ist wie die Länge der Mundhöhle (das Verhältnis beider beträgt 5 : 12). Auch die Dimensionen in den andern Achsen sind sehr klein. Die Rachenhöhle ist sowohl dorsoventral als transversal enge. Diese Eigenschaft erscheint nicht unvermittelt, schon der hinterste Abschnitt der Mundhöhle fiel uns durch eine allseitige Verkleinerung auf, und im Rachen wird die gleiche Tendenz nur schärfer ausgedrückt. Der Querschnitt zeigt ein niedriges, quergestelltes Lumen (Textfig. 9). Je weiter wir nach hinten schreiten, um so mehr nimmt sein Querdurchmesser ab, um ganz stetig in die Speiseröhre überzuleiten.

Bisher war man gewohnt, bloß die eben angegebenen Merkmale zu sehen und den in Rede stehenden Abschnitt als eine Schaltzone zwischen Mundhöhle und Speiseröhre zu deuten, welche nichts Interessantes bot. Daher schien die Bezeichnung »Rachen« für die Beschreibung des Vogelkopfes gar nicht notwendig. K. Heiderich war der erste, welcher genauere Rechenschaft über seine Ausdehnung und Bedeutung ablegen wollte, freilich ohne das Ziel wirklich zu erreichen. Ich werde nun den Beweis versuchen, daß die Rachenhöhle der Vögel gar nicht so einfach ist, wie man bisher meinte, und daß die sorgfältige Analyse ihrer Eigenschaften eine sehr wichtige, lohnende Aufgabe darstellt.

Ich beginne mit den einfachen Verhältnissen am Rachenboden. Wie oben erwähnt, bin ich über die ventrale Grenze zwischen Mund- und Rachenhöhle nicht definitiv klar geworden; doch suche ich sie einstweilen, bis genauere Beobachtungen gesammelt sein werden, am Hinterende der Zunge. Von hier verläuft der Rachenboden eine kurze Strecke ziemlich eben, lateral unregelmäßig von Längsfurchen und Längsleisten durchzogen — das sind entgegengesetzt gekrümmte Faltungen der Epithelwand, welche die Erweiterungsfähigkeit dieses Wandabschnittes bedingen. Median erhebt sich der Kehlkopf (*l*) mit dem schmalen Längsspalt der Kehlritze am vorderen Abfalle. Der Kehlkopfhügel erstreckt sich über sie noch weit rückwärts als ein ziemlich gut abgegrenzter, längsovaler Vorsprung. Nahe seiner

medianen Rückenlinie ziehen zwei ziemlich hohe Wülste hin, welche zwischen sich einen kleinen medianen Kamm einschließen.

Wegen der ungleichen Längsentwicklung des Daches und Bodens im Mund- sowie Rachenraum, die in genau umgekehrtem Verhältnisse stehen (langes Munddach, kurzes Rachendach; kurzer Mundboden, langer Rachenboden), liegt der Kehlkopf ventral unter der Orbitalmulde des Munddaches (Taf. IV Fig. 3) und besitzt enge Beziehungen zu ihr; denn er beginnt ungefähr am Hinterrande des engen Orbitalspaltes und liegt den divergierenden und verstreichenden Orbitalfalten gegenüber. Sobald der Rachenboden etwas gehoben wird, werden sich die Orbitalfalten lateral dem Kehlkopfhügel anschmiegen, um die Stromrichtung der Atemluft zu sichern. Die von der rechten und linken Seite des Kehlkopfes lateral ziehende Rachenwand hat die Neigung, sich aufzurichten (Textfig. 6, 7, 8), so daß die scharfe Knickung der Mundwinkelrinne, wo der Boden in das Dach umbiegt, immer weniger deutlich wird. Je weiter wir nach hinten schreiten (Textfig. 6—9), um so mehr nähert sich der laterale Streifen der senkrechten Stellung. Mit der Aufrichtung eines Bodenabschnittes geht die transversale Verengerung des ganzen Raumes Hand in Hand. Die Frage, wo der Rachenboden seitlich gegen das Munddach abzugrenzen ist, muß ich unbeantwortet lassen.

### h. Infundibulum tubarum.

Am Rachendache (Textfig. 2) ist ein kleiner medianer Spalt von G. Killian als Infundibulum und die paarigen Schleimhautblätter zu seinen beiden Seiten von Göppert als Pharynxfalten beschrieben worden. Jedoch sind damit die Eigenschaften des Rachendaches nicht erschöpft. Auf Grund meiner entwicklungsgeschichtlichen Studien will ich versuchen, eine bessere Darstellung zu geben. Man muß nämlich in der Rachenhöhle ebenfalls zwei Stockwerke, d. h. zwei dorso-ventral übereinanderliegende Abteilungen unterscheiden, wie in der Mundhöhle; das untere Stockwerk ist bisher allein berücksichtigt worden, weil es durch seine relative Weite auffällt, den Kehlkopf enthält und direkt an die Mundhöhle anschließt. Es leitet durch allmähliche Verjüngung in die Speiseröhre und den Kropf über. Die Falten und die Furchen seines Epithels deuten die Erweiterungsfähigkeit dieses Abschnittes an. Das obere, nicht richtig gewürdigte Stockwerk ist an dem Längsschnitte des Modells (Taf. IV Fig. 3 *at*) sehr schön zu erkennen als eine kleine, mediodorsale Aussackung der Epithelwand und des Rachenlumens, welche,

von oben betrachtet (Taf. IV Fig. 2), einem birnförmigen Säckchen zu vergleichen ist. Killian und Heiderich haben es »Infundibulum tubarum« genannt. Merkwürdig berührt die Ähnlichkeit mit dem Relief des Munddaches; denn man denkt unwillkürlich an die Orbitalmulde, besonders weil die beiden Dorsalnischen (*om* und *at*) dicht nebeneinanderliegen. Jedoch lehrt genauere Erwägung, daß hier nur ein allgemeiner Anklang, nicht wirkliche stilistische Verwandtschaft vorliegt, denn beide Nischen sind gerade entgegengesetzt gerichtet, die Orbitalmulde *om* fällt nach hinten, die dorsale Rachentasche (*at*) nach vorn ab. Die Orbitalmulde ist groß und geräumig im Gegensatz zu der kleinen, niedrigen Infundibularnische. Während die Orbitalfalten dünn und schmal vorragen, wird der Eingang in die Rachentasche von zwei flachen Falten (*pf*), den sog. Pharynxfalten (Göppert) flankiert, welche sich breit an dem schrägen Rachendache ausdehnen und dem hinteren Abfall des Kehlkopfhügels anschmiegen. Der caudale Rand der Falten ragt frei in das Lumen. An der Außenfläche des Epithelmodells (Taf. IV Fig. 2) sieht man die Stelle der Pharynxfalten (*pf*) als zwei grubenartige Einsenkungen des Pharynxdaches. Jedenfalls gewähren uns die Querschnitte (Textfigur 22, 30) das Recht, von einer Gliederung der Rachenhöhle in zwei ventro-dorsal übereinanderliegende Abschnitte, den ventralen transversal breiten Raum, den Speiserachen, und die kleine dorsale Rachennische zu sprechen. Da mir die Bezeichnung Infundibulum tubarum wegen der Nachbarschaft des Infundibulum cerebri nicht empfehlenswert erscheint, will ich die Rachennische einstweilen Antrum tubarum oder Tubenrachenraum nennen. Derselbe beginnt als eine schmale niedrige Rinne, in welche eine median zugespitzte Leiste hereinragt, und zieht schmal konisch caudal. Von ihrer Seitenwand gehen die Tubengänge (*tg*) jederseits ab und divergieren nahe dem Ursprunge unter fast rechtem Winkel nach den Seiten, krümmen sich etwas nach abwärts, streben bald wieder nach oben und schwellen zu der sehr kompliziert gestalteten Paukenhöhle (*ct*) an, die caudodorsal entwickelt ist. Bezüglich der Lage und Form verweise ich auf das Modell. Von der medialen Wand der Tuben, ungefähr an der Stelle, wo sie sich dorsal in die Paukenhöhlenwand aufbläht, geht ein großer Luftsinus (*ts*) aus, den ich nicht weiter beachtet habe.

## 2. Die Mundrachenwand am 7. Bruttage.

Ich lasse die Schilderung des Modells (Taf. V Fig. 10—12) der Mundrachenregion von einem 7 Tage alten Embryo folgen, um an dem gegensätzlichen Beispiel dem Leser zu zeigen, wie sehr der jüngere Zustand durch seine große Einfachheit von dem soeben besprochenen Stadium verschieden ist, und zugleich jetzt schon anzu-

Fig. 10.

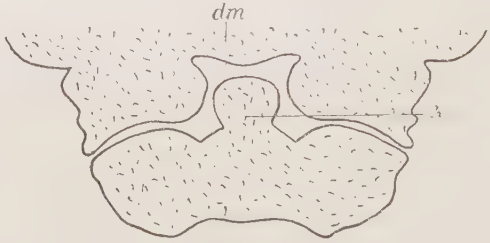



Fig. 11.

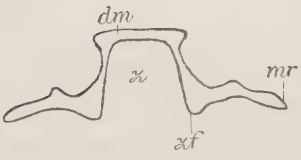



Fig. 12.

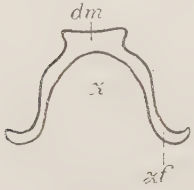



Fig. 13.

Fig. 14.

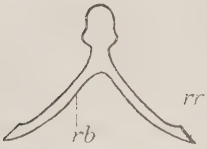



Fig. 15.

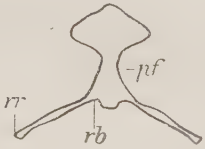



Fig. 16.

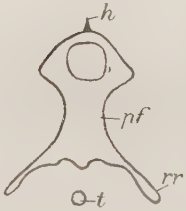



Fig. 17.

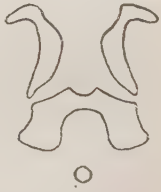


Fig. 10—17. Querschnitte durch die Mund- und Rachenhöhle von *Fringilla canaria*. Embryo vom 7. Bruttage. Vergr. 10/1.

Abstand der Schnitte: 10—11 = 150 $\mu$, 11—12 = 350 $\mu$, 12—13 = 250 $\mu$, 13—14 = 160 $\mu$, 14—15 = 100 $\mu$, 15—16 = 50 $\mu$, 16—17 = 75 $\mu$.

*dm* Dorsalnische des Munddaches; *h* Hypophyse; *mr* Mundwinkelrinne; *pf* Pharynxfalten; *rb* Rachenboden; *rr* Rachenwinkelrinne; *t* Trachea; *z* Zunge; *zf* Zungenfurche.

deuten, welch gewaltige Formänderungen die embryonale Anlage dieser Region erleiden muß, bis die definitive Gestalt hergestellt ist.

An der Mundöffnung bemerken wir die Bildung des Schnabels eben eingeleitet, indem die Ober- und Unterlippe schräg auswachsen

(schwächer die seitlichen, stärker die mediane Zone), so daß ein kurzer Vorsprung, die Schnabelspitze, entsteht. Auf diese Weise wird der Anfang einer schmalen Schnabelkammer vor dem primären Mund geschaffen. Boden und Dach derselben sind in ruhigen, etwas plump erscheinenden Formen befangen. Die Nasenschläuche liegen dorsal über dem vorspringenden Schnabeldach, der vom äußeren Nasenloch (*an*) aufsteigende Vorhof (*v*) in tieferem Niveau als der Aulax- (*A*) und Sacterabschnitt (*S*). Hinter der Schnabelanlage zieht die Mundhöhle kopfeinwärts. Sie folgt ungefähr derselben Ebene, in welcher die Schnabelkammer liegt, wenigstens gilt das für ihre beiden lateralen Zonen (Taf. V Fig. 11 *md*), welche vom Schnabelwinkel (*rw*) unter transversaler Verengerung rückwärts gegen den Schlund (*rr*) streben. Ihre dorsale und ventrale Wand sind gewissermaßen direkte Fortsetzungen des Schnabeldaches und des Schnabelbodens. Wenn man das Modell von oben betrachtet, sieht man den rechten und linken Schnabelrand (Taf. V Fig. 11 *ec*) lateral divergieren und den hier anschließenden Mundwinkelrand (*mr*) gerade entgegengesetzt medial einwärts ziehen. Die Lateralkanten der Schnabelkammer und der Mundwand verlaufen also wie die Seiten zweier ungleich hoher Dreiecke, deren Grundlinien am Schnabelwinkel zusammenstoßen.

Die mediane Zone des Munddaches folgt einem andern Formgesetze; denn sie hat schon in dem jungen Stadium die Form einer dorsalen Flachnische (*dm*) angenommen (Textfig. 10—12), welche in plötzlicher Aufkrümmung fast senkrecht über die lateralen Zonen (*md*) des Munddaches und vorn über das Schnabeldach (*rd*) emporsteigt. Das ist nicht bloß an der seitlichen (Taf. V Fig. 10) und dorsalen (Taf. V Fig. 11) Ansicht des Modells sowie den Querschnitten (Textfig. 10, 11), sondern auch am Medianschnitte deutlich zu sehen. An der hinteren Grenze (Taf. V Fig. 12) des Schnabeldaches (*rd*) knickt das Epithel fast rechtwinkelig dorsal um und steigt als Vorderwand (*pch*) der Dorsalnische (*dm*) ziemlich senkrecht empor, um gleich einer Treppenstufe in kurzer Höhe wieder rechtwinkelig in das ziemlich ebene Nischendach (*dm*) einzubiegen. Die Dorsalnische ist eine Komplexanlage. Ältere Modelle zeigen, daß aus ihr die Orbitalmulde, die Orbitalfalten, der Anstieg und der anstoßende Teil des Munddaches differenziert werden. Doch jetzt sind bloß zwei kleine, seichte, dorso-ventral schmale Nebenräume (Textfig. 10—12) skizziert, welche die Anlage der paarigen Seitenwölbung der Orbitalmulde voranzeigen. Ich habe oben den Gedanken ausgesprochen, daß die symmetrische Wölbung der Orbitalmulde den paarigen Cha-

rakter der Choanen weiterklingen läßt, und erinnere jetzt, unter Hinweis auf Fig. 11 (Taf. V) daran. Das frühe Auftreten dieses Stilcharakters beweist uns seine Wichtigkeit. Die unter den Seitenfurchen stehende, etwas schräg geneigte (Textfig. 11, 12) Seitenwand der Dorsalnische wird später zu dem Anstiegfelde bzw. Orbitalfalten des Munddaches ausgestaltet.

In die beiden Vorderecken der Dorsalnische (*dm*) münden die Choanen (*ch*) der zwar kleinen, aber schon in die Hauptabschnitte: Vorhof (*V*), Aulax (*A*), Sacter (*S*) modellierten Nasenschläuche. Ein Vergleich mit dem ältesten Stadium (Taf. IV Fig. 3) läßt uns erkennen, daß die Nasenschläuche die gleiche Stellung vor der parachoanalen Wand (*pch*) einnehmen.

Wie das mediane Munddach in der Zone der künftigen Orbitalmulde jäh über das Schnabeldach aufgerichtet ist, so steigt (Taf. V Fig. 12) es schräg dorsal gegen seine hintere Grenze, einen medianen Vorsprung (*h*), empor, welcher die Stelle der Hypophyseneinmündung markiert. Nahe derselben enden auch die Seitenrinnen der Orbitalmulde.

Das Relief des Mundbodens besitzt insofern gewisse Formbeziehung zur Decke, als ein stark ausgeprägter medianer Wulst (*z*), die Anlage der kurzen Zunge, in die Lichtung der Dorsalmulde einragt. Wie aus dem Längsschnitte (Taf. V Fig. 12) und den Querschnitten (Textfig. 10—12) ersichtlich, läuft die rostrale und laterale Zungenfläche der Dorsalmulde (*om*) ungefähr parallel. Hinten geht der Zungenwulst ohne Grenzen in den Rachenboden über, der nach dem Kehlkopfe (*l*) abfällt. Die seitlichen Zungengrenzen (Textfig. 11) sind freilich deutlicher, weil die Lateralfläche der Zunge ziemlich hoch ansteigt und durch eine winkelige Furche (*zf*), die Zungenfurche, von der lateralen Zone des Mundbodens getrennt ist, welche bei Betrachtung der ventralen Außenseite des Modells deutlich zu erkennen ist. Ich habe eine Abbildung derselben wegen des geringen Interesses nicht gegeben, mache aber aufmerksam, daß man die Zungenfurche am halbierten Modell (Taf. V Fig. 12 *zf*) sieht.

Hinter der Mundhöhle folgt der Rachen, der erweiterte Anfangsteil des Vorderdarmes, von welchem die Speiseröhre und die Luftröhre ausgehen. Nach dem medianen Längsschnitt beurteilt, scheint der Rachen ein kleiner, etwa dreieckiger Raum (Taf. V Fig. 12), jedoch die Formengebung seiner Wand ist so kompliziert, daß man sie durch Betrachtung des Medianschnittes gar nicht ermessen kann. Die Lichtung des Rachens stellt nämlich ebensowenig wie die Mund-

höhle einen einheitlichen großen Raum dar, sondern ist in verschiedene schmale Abschnitte gegliedert; dementsprechend ist die Rachenwand in einspringende und ausladende Zonen zerlegt. Um dem Leser das Verständnis zu erleichtern, unterscheide ich an der Rachenhöhle, deren Querschnitt (Textfig. 14—16) ungefähr an ein umgekehrtes Y erinnert, eine schmale mediane, ungefähr dreieckige Lichtung unter der Hypophyse (*h*), nebst zwei rechts und links schräg ventral abfallenden Seitenräumen, deren Rand (*rr*) an der Lateral- und Dorsalansicht des Modells (Taf. V Fig. 10, 11) sehr gut zu sehen ist. Er soll Rachenwinkelrinne heißen und als Grenze zwischen dem Boden und dem Dache des Rachens gelten. Der Rachenboden (*rb*) bildet die ventrale Wand der eben geschilderten Seitenbuchten, er verläuft schräg abwärts gegen die Winkelrinne (*rr*). Die mediane Zone des Rachenbodens (Taf. V Fig. 12 *rb*) leitet von dem hinteren Ende der vorspringenden Zungenanlage in leiser Neigung gegen den Kehlkopf. Die Rachenwinkelrinne schließt direkt an die Mundwinkelrinne an. Doch lassen sich beide gegenseitig abgrenzen, weil die Mundwinkelrinne (*mr*) vom Schnabelwinkel stetig gegen die Mediane einbiegt, während die Rachenwinkelrinne (*rr*) gerade entgegengesetzt lateral auswächst. Mundwinkelrinne (*mr*) und Rachenwinkelrinne (*rr*) bilden daher einen lateral offenen, ungefähr rechten Winkel miteinander (Taf. V Fig. 11). Boden und Dach laufen im allgemeinen parallel (Textfig. 14, 15), und zwar steigen beide vom Rachenwinkel schräg dorsal gegen die Mediane auf, aber das Dach erhebt sich viel höher, so daß über dem medianen Bodenwulst ein schmaler, sagittaler Hohlraum steht (Textfig. 14), welchen ich oben dem geraden Schenkel des umgekehrten Y verglichen habe. Mit andern Worten: das von der Rachenwinkelrinne aufsteigende Dach des Rachens ist an beiden Seiten eingedrückt. An der Außenseite des Epithelmodells (Taf. V Fig. 10) ist daher eine deutliche Einbuchtung (*pf*) und an der Innenfläche (Taf. V Fig. 12) eine höckerige Vorwölbung (*pf*), die erste Anlage der Pharynxfalten, zu erkennen. In einfachen Zügen ist durch die Einwölbung der Pharynxfalten die Scheidung der Rachenhöhle in die zwei Stockwerke angedeutet, wenngleich das Antrum tubarum jetzt noch nicht wirklich vorhanden ist. Die Rachenhöhle ladet also, wie die Querschnitte klar bezeugen, lateral aus, und zwar sowohl im ventralen Niveau gegen die Rachenwinkelrinne wie dorsal oberhalb und hinter den Pharynxfalten. Sagittal ist die Rachenhöhle dagegen kurz. Sie wird caudal durch eine transversale Wand

(Taf. V Fig. 11 *sph*) abgeschlossen, welche gegen den Oesophagus abfällt, der Vorderwand der Dorsalnische (Taf. V Fig. 12) ungefähr parallel und zur Längsachse derselben ungefähr senkrecht steht. Da sie in der Sphenoidgegend des Kopfes liegt, will ich sie in der Folge kurz als »sphenoidale Rachenwand« (*sph*) bezeichnen. Die quere Hinterwand schließt die lateralen Seitenräume des Rachens hinten ab. Daher hat der sphenoidale Abschnitt des Rachens die Gestalt von zwei sagittal flachen, jedoch dorso-ventral verhältnismäßig hohen Transversalnischen, welche an der Außenansicht des Modells (Taf. V Fig. 10, 11) deutlich hervortreten und gleich Flügeln die Bucht der Pharynxfalten beschatten. Die Rachentiefe gegen den Kehlkopf (*l*) ist sehr eng und gegen den Oesophagus durch epitheliale Verklebung geschlossen.

Durch die gegen das Lumen gerichtete Einbuchtung der Pharynxfalten wird die Rachenhöhle in zwei übereinanderliegende Stockwerke, ein unteres transversal breit entfaltetes und einen oberen, hinter dem Hypophysenursprung seitlich ausladenden Abschnitt zerlegt, den ich Tubennische nennen will, weil später die Tubengänge von hier abgehen. Die Tubennischen des vorliegenden Modells besitzen je zwei Aussackungen, eine kleinere dorsale Tasche und eine größere ventral darunter liegende längsovale Blindbucht.

### 3. Die Mundrachenwand am 8. Bruttage.

Beim Vergleich des Modells eines Embryos vom 8. Tage mit dem Modell vom 7. Tage springt zuerst das starke Längenwachstum der ganzen Anlage (Taf. IV Fig. 7—9; Taf. V Fig. 10—12) in die Augen. Hand in Hand damit geht die reichere Modellierung der Mund- und Rachenwand, so daß die unvollkommenen, skizzenhaft angedeuteten Formeigenschaften des jüngeren Stadiums ein schärferes Gepräge erhalten, das bereits die Charakterzüge des definitiven Zustandes besitzt. So mag das ältere Modell dazu dienen, unsre Deutung der einzelnen, am 7. Tage angelegten Formbesonderheiten zu prüfen und zu bestätigen. Meine Darstellung gründet sich auf die eingehende Berücksichtigung sämtlicher Modelle, daher habe ich oben bestimmtere Angaben gemacht, als sie einem weniger geübten Auge möglich wären.

Ich belege zuerst das Wachstum der verschiedenen Regionen durch bestimmte Maßangaben. Da beide Modelle in gleicher Vergrößerung ausgeführt und ebenso abgebildet sind, kann der Leser die Maße direkt an den Bildern abnehmen. Die ganze Länge:

Schnabelspitze - Oesophagus hat fast um die Hälfte zugenommen (13 : 20), jedoch die einzelnen Abschnitte sind ungleich gewachsen. Die Schnabelkammer ist nur um $^1/_7$ größer geworden, dagegen die Mundhöhle und der Rachen um die Hälfte. Betrachten wir die beiden Modelle von oben (Taf. IV Fig. 8; Taf. V Fig. 11), so finden wir den transversalen Abstand der Schnabelwinkel wenig gestiegen, dagegen den Schnabel nach der Spitze mehr verbreitert (fast um $^1/_4$), so daß beim Embryo von 8 Tagen der äußere Schnabelrand einen etwas stumpfen Winkel mit der Verbindungslinie der beiden Schnabelwinkel bildet. Dagegen ist das Munddach bedeutend in die Länge

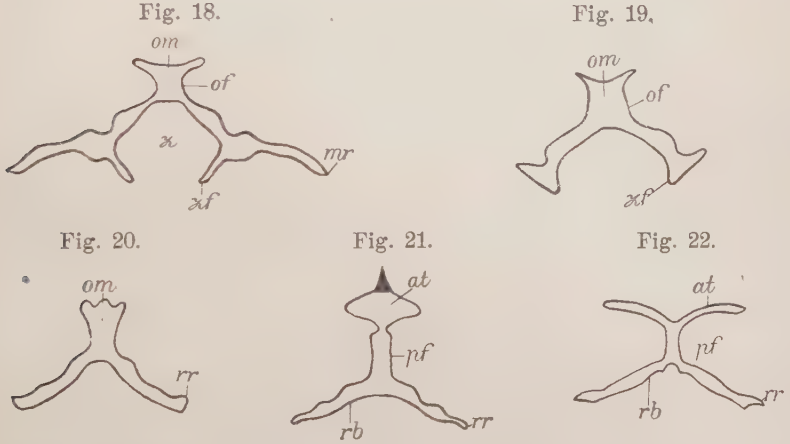



Fig. 18—22. Querschnitte durch die Mundrachenhöhle von *Fringilla canaria*. Embryo vom 8. Brut-tage. Vergr. 10/1.
Abstand der Schnitte: 18—19 = 350 $\mu$, 19—20 = 250 $\mu$, Abstand der Schnitte: 20—21 = 225 $\mu$, 21—22 = 250 $\mu$.
*At* Antrum tubarum; *mr* Mundwinkelrinne; *of* Orbitalfalte; *om* Orbitalmulde; *pf* Pharynxfalte; *rb* Rachenboden; *rr* Rachenwinkelrinne; *z* Zunge; *zf* Zungenfurche.

gestreckt, wie die Figuren (Taf. IV Fig. 8, 9; Taf. V Fig. 11, 12) beweisen. Das Dach (gemessen von der Schnabelspitze bis zur Hypophyse) hat nur ein Drittel zugenommen. Die dorsale Mulde (*om*) des Munddaches (gemessen vom parachoanalen Abfall *pch* bis zur Hypophyse *h*) hat einen stärkeren Zuwachs aufzuweisen; denn sie ist um die Hälfte ihrer Länge vom vorhergehenden Tag ausgedehnt. Ich mache auf die größere Wachstumsenergie der Orbitalmulde besonders aufmerksam.

Was nun die Form der einzelnen Regionen anlangt, so ist die Modellierung der Nasenschläuche durch das Wachstum ungefähr auf die doppelte Größe (gegenüber dem vorherigen Tage) bestimmter

und feiner geworden. Der Vorhof (Taf. IV Fig. 9 *V*) ist stark erhöht, die beiden Seitennischen: Aulax (*A*) und Sacter (*S*) der Muschelregion sind sagittal gedehnt. Am caudalen Blindende des Sacter ist die Anlage des Sinus orbitalis in Gestalt einer kleinen Ausbuchtung (*so*) entstanden.

Die Dorsalmulde des Munddaches hinter den Nasenschläuchen ist zur Orbitalmulde umgebildet worden. Sie ist caudal ausgewachsen, erscheint daher (vgl. die dorsale Ansicht Taf. V Fig. 11; Taf. IV Fig. 8) schlanker, weil der neu hinzugefügte Abschnitt etwas weniger lateral vorspringt; die schmalen Seitennischen ragen etwas mehr nach den Seiten, der unter ihnen liegende Abschnitt ist stärker gegen das Lumen eingedrückt. Da diese Feinheiten des Reliefs an den Abbildungen der Modelle schwer zu sehen sind, so verweise ich auf die Querschnitte (Textfig. 18, 19). Vom Mundwinkel (*mr*) steigt das Dach zuerst eine ziemliche Strecke wenig geneigt, dann steiler gegen eine seichte Furche (*of*) (bzw. Vorsprung, je nachdem man die Form von außen oder innen anschaut), über welcher die Orbitalmulde (*om*) steht. Der orale Abfall (*pch*) der Orbitalmulde, welcher am Tage vorher (Taf. V Fig. 12) noch sehr schroff, fast rechtwinkelig erschien, ist in einen sanft ansteigenden Bogen gemildert (Taf. IV Fig. 9). Die Zungenanlage (*z*) ist nicht bloß stark gewachsen, sondern auch die Zungenspitze, welche am 7. Tage noch gar nicht angelegt ist, schärfer abgehoben, weil am Mundboden eine Einsenkung des Epithels auftritt. Am hinteren Ende der Orbitalmulde steigt die Epithelwand (Taf. IV Fig. 8, 9) fast senkrecht gegen die hintere Mundgrenze, d. h. den Ursprung (*h*) der Hypophyse empor. Die Einbuchtung (*of*) des Epitheldaches unter der Orbitalmulde (Taf. IV Fig. 7) zieht hinten auf die Rachenwand fort.

Die seitlichen Grenzen der Mundhöhle gegen den Rachen sind am Modelle (Taf. IV Fig. 7, 8) des 8. Tages nicht mehr so klar, weil die scharfe winkelige Knickung zwischen der Mundwinkelkante (*mr*) und der Rachenwinkelkante (*rr*), auf welche ich oben (S. 85) hinwies, in eine sanfte Biegung abgeschwächt ist. An der Ventralseite des Modells glaube ich jedoch einen Anhalt für die Grenzbestimmung gefunden zu haben, in dem Wulste (*zf*) (Taf. IV Fig. 9 und Textfig. 18), welcher den seitlichen Verlauf der Zungenfurche markiert. Derselbe zieht schräg gegen die Mundwinkelkante und verläuft hier. Ich möchte nun an dem idealen Schnittpunkte von Mundwinkelkante und Zungenfurche die Grenze der Mundhöhle suchen. Alles, was hinter derselben liegt, rechne ich dem Rachen zu.

Da der Rachen gleich der Mundhöhle auf das Doppelte seiner Länge des vorigen (7.) Tages gestiegen ist, wurde sein Relief deutlicher und verfeinert. Die nun erscheinenden Formcharaktere unterscheiden sich so stark von dem Modelle des 7. Tages, daß die Untersuchung von Zwischenstadien dringend notwendig wäre. Ich hatte leider dazu keine Zeit mehr. Zunächst ist die Gliederung des Rachens in zwei Stockwerke an der Seitenansicht des Modells (Taf. IV Fig. 7) und an den Querschnitten (Textfig. 21, 22) unzweifelhaft abzulesen. Das ventrale, vom Rachenboden (*rb*) getragene und mit der Rachenwinkelrinne (*rr*) ausladende Geschoß erscheint jetzt wie eine direkte Verlängerung der Mundhöhle, während es am 7. Tage viel tiefer stand und scharf abgesetzt war. Die Pharynxfalten (*pf*) sind sowohl dorso-ventral als sagittal kräftiger ausgesprochen. Durch ihre gegenseitige Annäherung in medianer Richtung engen sie das Lumen der dorsalen Rachenhöhle auf einen schmalen sagittalen Spalt ein, der oral in das Lumen der Orbitalmulde übergeht, und trennen dadurch das untere Stockwerk augenfällig von dem oberen (Textfig. 21, 22, *at*). Letzteres springt in derselben Weise, wie beim Modell des 7. Tages nach beiden Seiten über die Pharynxfalten in Gestalt zweier ungefähr dreieckiger Transversaltaschen (Taf. IV Fig. 8) vor, welche sich schräg an das zum Hypophysenstiel aufgebogene Munddach anlehnen. Während die sphenoidale Wand (*sph*) am Tage vorher fast senkrecht von dem Hypophysenstiel (*h*) zum Oesophagus (*oe*) abfiel, ist sie jetzt (Taf. IV Fig. 9, 8) steil geneigt und um das Doppelte transversal entfaltet. Jede Hälfte hat die Form eines dorso-ventral zusammengedrückten Kegels, dessen Spitze lateral gegen die Stelle der äußeren Ohröffnung schaut.

Wie sich dieser Zustand aus den Formen des Modells vom 7. Tage entwickelt, kann ich nicht erläutern, da mir spezielle Untersuchungen an Zwischenstadien mangeln. Ich kann nach meinen Beobachtungen nur die Vermutung aussprechen, daß die beiden flachkonischen Taschen die Anlage der Tuben- und Paukenhöhle, ein von der ersten Schlundtasche unabhängiges, in ihrer Anlage vollkommen neues Gebilde darstellen. Jedenfalls benötigt die Frage noch genauere Untersuchungen, die ich leider nicht selbst mehr unternehmen konnte, da ich meiner Militärpflicht folgen mußte.

### 4. Die Mundrachenwand am 9. Bruttage.

Das Modell trägt alle Charaktere des vorhergehenden Tages in größerem Maßstabe. Schon ein flüchtiger Blick auf die vier Modelle (Taf. V Fig. 20—23) beweist, daß am 8. Bruttage (Fig. 21, 26) diejenigen Umformungen der Mundrachenwand eintreten, welche zum definitiven, durch das Modell (Taf. IV Fig. 1—3) veranschaulichten Zustand führen. Das Stadium des 9. Tages soll uns dazu dienen, den trotzdem einigermaßen großen Sprung vom 8. Tage zum 14. Tage zu überbrücken. Ein glücklicher Zufall hat dies Stadium so günstig ausgewählt, daß ich nicht sagen kann, ob es mehr zu dem jüngeren oder zu dem älteren Stadium neigt. Sämtliche Differenzierungen sind vervollkommnet und verfeinert. Es ist eben die plastische Ausarbeitung der Formeigenschaften der Mundrachenwand fortgesetzt, welche am 8. Tage eingeführt wurden. Wie ein Bildhauer sein Werk erst in allgemeinen Zügen nach den Hauptflächen skizziert, um später die feinere Rundung in den Einzelheiten auszuführen, so werden in der Embryonalentwicklung auch erst die generellen Stileigenschaften und später die spezifischen Merkmale angelegt, nur mit dem Unterschiede, daß die Dimensionen der vorläufigen Formskizze ganz minimale sind und daß das Größenwachstum den Fortschritt der plastischen Modellierung mit sich bringt. Zum Beweise dessen braucht man nur die drei Modelle des 7., 8., 9. Tages anzusehen. Das enorme Größenwachstum ist an den Fig. 20—22, 25—27 der Taf. V, welche im gleichen Maßstabe photographiert sind, direkt abzulesen. Die ganze Anlage ist wieder auf das Doppelte der vortägigen Dimension gestiegen. Durch Vorwachsen des Ober- bzw. Unterschnabels (*rs* bzw. *ri*) sind die Schnabelkammer sowie die darüber liegenden Nasenschläuche enorm vergrößert. Der Vorhof (*v*) dehnt sich unterhalb der Aulaxnische (*A*) aus und hat stärker eingerollte Seitentaschen, welche die Ausbildung der komplizierten Vorhofmuschel einleiten. Die Zunge (*Z*) ist länger und spitz geworden und ragt in die Schnabelkammer vor, während sie am vorigen Tage noch an den Abfall der Orbitalmulde stieß. Wie der Längsschnitt (Taf. IV Fig. 6) zeigt, zieht die der Zunge gegenüberliegende Zone (*zd*) des Schnabeldaches schräg geneigt und deutet schon die Anlage des in den nächsten Tagen besser entwickelten Zungenfeldes (vorderer Teil des Choanenfeldes Göppert) an. Die Zunge liegt größtenteils ventral vor der Orbitalmulde, nur ihr kleineres Hinterteil (Taf. IV Fig. 6 oberhalb *Zf*) stößt an die

Orbitalfalten *of*). Es ist jetzt das Verhalten erreicht, welches oben (S. 41) am Modell des 14. Tages beschrieben wurde. Durch die

Fig. 23.

Fig. 24.

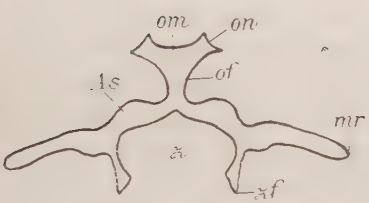



Fig. 25.

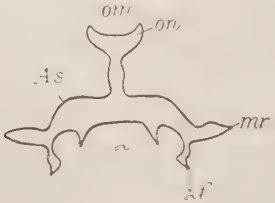



Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

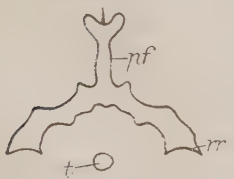



Fig. 30.

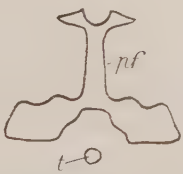



Fig. 31.

**Fig. 23—31.** Querschnitte durch die Mundrachenhöhle von *Fringilla canaria*. Embryo vom 9. Brut-tage. Vergr. 10/1.

Abstand der Schnitte: 23—24 = 150 μ,
21—25 = 350 μ,
25—26 = 375 μ,
26—27 = 375 μ,
Abstand der Schnitte: 27—28 = 200 μ,
28—29 = 150 μ,
29—30 = 75 μ,
30—31 = 100 μ.

*As* Anstieg; *l* Kehlspalte; *mr* Mundwinkelrinne; *om* Orbitalmulde; *on* Seitennische der Orbitalmulde; *pf* Pharynxfalte; *ri* Unterschnabel; *rs* Oberschnabel; *rr* Rachenwinkelrinne; *t* Trachea; *z* Zunge; *zf* Zungenfurche.

Sonderung des Zungenfeldes ist die Orbitalmulde klarer abgegrenzt als am vorhergehenden Tag. Die sanfte Biegung ihrer parachoanalen Wand (*pch*) sinkt zum hinteren Rande des schrägen Zungenfeldes (*zd*), wo auch die Orbitalfalten (*of*) enden. Zu beiden Seiten der schmalen Parachoanalwand münden die Choanen, welche, abgesehen von der Längenzunahme seit dem 7. Bruttage, keine Änderung erfahren haben. Ihre Unabhängigkeit von dem unteren Stockwerk der Mundhöhle, in welchem die Zunge sich breit macht, und ihre enge Beziehung zur Orbitalmulde wird am 9. Tage deutlicher, weil die Orbitalfalten proportional dem Gesamtwachstum der Mundwand kräftiger vorgewulstet und gegenseitig genähert sind (Textfig. 24), so daß im vorderen Abschnitt der Orbitalmulde ein enger Kommunikationsspalt zwischen der unteren Mundhöhle s. str. und der Orbitalmulde entsteht, welcher die Choanenspalten unsichtbar werden läßt. Die ventrale Fläche der Orbitalfalten ist, soweit ihnen die Zunge anliegt (Textfig. 23, 24), etwas ausgehöhlt (*As*) als Anstieg des Zungenfeldes. Die Seitennischen (*on*) der Orbitalmulde sind im Zusammenhang mit der stärkeren Differenzierung der Orbitalfalten breiter geworden. An der Außenseite des Modells (Taf. IV Fig. 5) markieren sie sich als stärker hervorspringende, langgezogene Kanten (*on*), welche über das ganze Munddach reichen. Die hintere Grenze des Munddaches ist noch immer durch eine starke Abknickung des Epithels nach oben kenntlich (Taf. IV Fig. 6). Am Mundboden hat sich außer dem allgemeinen Längenwachstum und der feineren Flächenmodellierung nichts Wesentliches gebildet. Am hinteren Zungenende sind zwei bilateral symmetrische, nach hinten springende Höcker (Textfig. 25) aufgetreten, die Anlagen der später mit Papillen besetzten hinteren Zungenzipfel.

Die Abgrenzung von Mund- und Rachenhöhle bereitet am 9. Tage noch größere Schwierigkeit als am 7. Tage; denn die als formaler Anhaltspunkt dienende Einbuchtung zwischen der Mundwinkelrinne (*mr*) und der Rachenwinkelrinne (*rr*) ist ganz verschwunden (Taf. IV Fig. 5); die Wand der Mundhöhle geht mit sanfter Verengerung in die Wand der Rachenhöhle über. Bloß das hintere Ende der Zungenfurche (*zf*) kann noch als Grenzmarke angesehen werden. An dem Längsschnitte der Modelle (Taf. V Fig. 25—27) fällt die Lage des Kehlkopfes (*l*) auf, welcher am 9. Tage vor den Pharynxfalten (*pf*) und gegenüber dem hinteren Ende der Orbitalfalten (*of*) liegt. Das beweist, daß der Rachenboden vor dem Kehlkopfe eine geringere Wachstumsenergie entfaltet als sein postlaryngealer Abschnitt. Wenn

das Munddach sich zugleich in sagittaler Richtung ausdehnt, scheint die Kehlkopfspalte rostral »vorgeschoben« und dem Orbitalspalte näher gerückt worden zu sein. Die in gleichem Maßstabe photographierten Figuren: Taf. IV Fig. 3, Taf. V Fig. 26 und 27 machen die durch ungleiches Wachstum erzeugten topographischen Veränderungen leicht verständlich. Das untere Stockwerk des Rachens ist nach der rechten und linken Seite ausgezogen (Textfig. 27—30). Die Pharynxfalten (*pf*) des Rachendaches sind stärker ausgebildet. An der Außenfläche des Modells (Taf. IV Fig. 4) fallen sie als eine tiefe Bucht (*pf*) auf, und an der Innenfläche (Taf. IV Fig. 6) sieht man ihren ventralen Rand frei in das Rachenlumen vor dem Oesophagus (*oe*) einspringen.

Das obere Stockwerk des Rachens über den Pharynxfalten ist dorso-ventral niedrig und zeigt im Querschnitt (Textfig. 31) symmetrische Ausbuchtungen, welche sich nach beiden Seiten als enge Gänge fortsetzen. Letztere sind die Anlagen der Tuben und führen in die primitive Anlage der Paukenhöhle, eine einfache Aufblähung des Blindendes. In der Mediane dieser Rachennische bemerken wir einen oro-caudal verlaufenden Grat, die Anlage des bei dem Modell vom 14. Tage beobachteten medianen Deckengrates im Antrum tubarum.

### 5. Die Mundrachenwand am 5. und 6. Bruttage.

Wenn wir nach der Bekanntschaft mit den älteren Entwicklungsphasen unsern Blick auf die Mundrachenhöhle eines 5 Tage alten Embryos werfen, so scheinen zunächst alle Anhaltspunkte zu fehlen, um die Formbeziehungen zwischen dem einfachen und dem fortgeschrittenen Zustande festzustellen. Durch genauere Vertiefung lassen sich jedoch feste Punkte finden, welche den Vergleich ermöglichen. Ich übergehe die Schilderung der vergeblichen Versuche, durch die ich in das Verständnis der einfachen Formenwelt einzudringen suchte, und mache gleich auf die sicheren Merkmale für die Orientierung aufmerksam. Unzweifelhaft sind in allen Stadien die Mundwinkel, die Choanen, die Hypophysenausstülpung und die Kehlspalte als gleichwertige Marken anzusehen. Ich benutze sie gewissermaßen als morphologische Triangulationspunkte in der Überzeugung, daß durch ihre Lagebeziehungen die andern Abschnitte der Mundrachenanlage sich bis zu einem gewissen Grade deuten lassen.

Die Mundhöhle ist noch ganz unvollständig angelegt. Ihr

Dach ist bei allen jungen Embryonen besser entwickelt als der Boden: denn die Zone mit den Choanen und den Nasenschläuchen (Taf. V Fig. 18) springt weiter vor als der durch paarige Ovalwülste ausgezeichnete untere Mundrand (*li*), welcher noch so wenig differenziert ist, daß man weder von einer Schnabel- noch von einer Zungenanlage sprechen kann. An dem weit über den ventralen Mundrand ausladenden Munddach bemerkt man rechts und links, verhältnismäßig weit von der Mediane entfernt, die Anlage der Choanen, die in die Höhle der sehr einfachen Nasenschläuche (*N*) führen. Da das Munddach noch nicht von der Unterlippe verdeckt ist, scheinen die Choanen auf der Außenfläche des Gesichts zu liegen. Von ihnen zieht je eine tiefe Furche nach dem vorderen Ende (Nasenloch) des primären Nasenschlauches zwischen Oberkiefer- und Nasenfortsatz. Längs der ganzen Furche hängt das Epithel des Nasenschlauches mit dem Ectoderm der äußeren Kopffläche zusammen.

Der mediane Bezirk des Munddaches (*md*) zieht von den Choanen ziemlich eben bis zur Hypophysentasche (*h*), wo die Wand unter rechtem Winkel in die sphenoidale Wand des Rachens abbiegt. Nach beiden Seiten fällt das Munddach steil gegen die Mundwinkelrinne (*mr*) ab, welche von dem breiten Mundspalt schräg kopfeinwärts zieht (Taf. V Fig. 17). Der Mundboden läuft, wenigstens dicht hinter dem Mundspalt, dem konvex gekrümmten Munddach parallel; der gegenseitige Abstand ist gering, daher die Mundhöhle sehr schmal, aber in kurzer Entfernung vom Mundspalt trifft man einen größeren dreieckigen Raum. Wie der Längsschnitt (Taf. V Fig. 18) zeigt, divergiert der Boden dieses Raumes gegen das Munddach und biegt hinten stumpfwinkelig ab. Obwohl ich nicht bezweifle, daß dieser Raum zum Teil vom Mund-, zum Teil vom Rachenepithel ausgekleidet wird, weiß ich nicht, wo die Grenze zwischen beiden verläuft. An der Decke zwar gibt der Eingang in die Hypophysenbucht (*h*) eine ganz sichere Marke, jedoch am Boden suchte ich vergebens irgendwelche Anhaltspunkte zur Begrenzung, daher muß ich die Lösung der Aufgabe späteren Untersuchungen überlassen. Einen Anhaltspunkt, um die Grenze der Mundhöhle zu bestimmen, gibt wie in den alten Stadien die Mundwinkelrinne (*mr*) und hinter ihr ein schräg abwärts ziehender Wulst (*rr*), welcher die Anlage der Rachenwinkelrinne sein könnte (Taf. V Fig. 16).

Die damit abgesteckte Rachenhöhle erscheint im Längsschnitt dreieckig; die sphenoidale Wand und der Rachenboden konvergieren von der Mundgrenze ab. Sie biegen fast senkrecht gegen die Mund-

höhlenachse und umrahmen im parallelen Verlauf einen lateral weiten, dorso-ventral stark komprimierten Raum, den hinteren Rachenabschnitt. In diesem Stadium fällt die transversale Breite der sphenoidalen Wand auf und ihre fast senkrecht zur Mundachse gerichtete Stellung, während sie später eine mehr schräge Neigung annimmt. Betrachten wir die sphenoidale Wand von der dorsalen Seite, so erscheint uns dieselbe von ungefähr quadratischem Umrisse. Die beiden lateral liegenden Ecken werden von den konischen Tubenausstülpungen, die vordere von der Hypophysentasche und die hintere vom Oesophaguseingang gebildet. Im Längsschnitt erscheint der Abstand der Kehlritze *l* von der Mundspalte außerordentlich groß. Sie liegt weit hinter dem flachen Eingang in die seitlichen Tubenausstülpungen. In der Schlundregion bemerken wir noch Reste von Schlundtaschen. Wir sehen von der ersten Schlundtasche einen dorsalen, stärker ausgeprägten Teil und einen ventralen, sehr kleinen Abschnitt, der gerade am hinteren Ende der steil abfallenden Rachenwinkelrinne liegt und wie eine Aussackung der Rachenwinkelrinne erscheint.

Das Rachendach fällt sehr steil zur Rachenwinkelrinne ab und ist in seinem mittleren Seitenabschnitt etwas eingedrückt, so daß wir hier einen lateral etwas komprimierten Abschnitt des Pharynx unterscheiden können zum Unterschied zu dem hinter demselben folgenden, jedoch dorso-ventral stark komprimierten und dafür stark lateral ausgedehnten hinteren Abschnitte des Rachens.

Ich möchte noch kurz die Verhältnisse eines Zwischenstadiums zwischen 5. und 7. Tag besprechen, um den großen Sprung zwischen beiden Modellen einigermaßen zu überbrücken. Es wird allerdings notwendig sein, noch mehr Zwischenstadien einzuschieben, ich muß mich jedoch auf dieses eine Stadium (Taf. V Fig. 13—15) beschränken.

Die Unterlippe (*li*) ist vorgewachsen, so daß das am 5. Tage noch freie Munddach und die Choanen vollkommen verdeckt sind. Aus dem Mundboden ragt die neu entstandene Zungenanlage (*z*) als ein rundlicher Höcker empor; er liegt hinter den Choanen, verhältnismäßig weit vom Lippenrand entfernt, und steigt bis dicht an das Munddach empor. Der gegen die Hypophysentasche (*h*) dorsal abgeknickte Abschnitt des Munddaches ist steil, die Seitenwand des dreieckigen Raumes hinter der Zunge ist gegen das Lumen eingebuchtet (Taf. V Fig. 15 *pf*). Ich betrachte das als erste Andeutung der Pharynxfalten. Die Rachenhöhle ist aber immer noch

sehr flach, während sie am 7. Bruttage durch die stärkere Ausbildung der Pharynxfalten und Senkung des Rachenbodens (*rb*) erheblich größer geworden ist. Die sphenoidale Wand breitet sich noch stark transversal, und die Rachenhöhle hinter den Pharynxfalten bildet einen bilateral symmetrischen, sehr flachgedrückten Raum, an welchem wir deutlich zwei Aussackungen erkennen können. Eine obere flügelartige Flachtasche und eine unter derselben liegende zweite kleinere Flachtasche. Von außen betrachtet, markieren sich die im Inneren gefundenen Unterschiede zum Teil recht deutlich. Die Pharynxfalten erscheinen im Vergleich zum 7. Tage als sehr tiefe Einsenkungen des Epithels, während beim 7. Tage ihre orocaudale Ausdehnung beträchtlich zugenommen hat. In der Seitenansicht sehen wir auch die in der Rachenregion erwähnten Flachtaschen uns als schmale Grate entgegenstehen.

### 6. Allgemeiner Überblick.

Der Einzelschilderung der Modelle und ihrer Reliefs reihe ich einen allgemeinen Überblick der Bildungsgeschichte an Hand der Figuren (Taf. V) an, welche die linke Seitenwand und den Medianschnitt aller Stadien in gleichem Maßstabe (13,5/1) spiegeln. Nur auf diese Weise wird uns die Energie des Wachstums und die radikale Umformung der embryonalen Anlage verständlich. Man gewinnt so eine direkte Anschauung davon, wie zugleich mit der Vergrößerung des Kopfes und seiner Bestandteile die Ausbildung bestimmter Formen erfolgt. In dem kleinen Raume der jungen Anlage (Fig. 19, 20) kann lediglich die allgemeine Fundamentierung der späteren Organe geschehen. Erst mit der allseitigen Zunahme des verfügbaren Raumvolumens tritt die Gliederung und feinere Ausgestaltung der rohen Formskizze ein. Anfangs überwiegt der Rachenabschnitt bei weitem, später fügt sich die Mundhöhle und die Schnabelgegend verlängernd an (Fig. 21—23). Die größere Wachstumsenergie bleibt dann an die ectodermalen Bezirke gebunden. Die Rachengegend schreitet wohl in der Modellierung, wenig in der Vergrößerung vorwärts.

Also genügt es nicht, die Anlagen als solche zu schildern. Man muß das Augenmerk auch auf die wechselnde Vergrößerung richten. Da in dem Flusse von Gestalten (Fig. 19—23) feste Punkte für das Urteil notwendig sind, habe ich versucht, eine morphologische Triangulation zu finden, indem ich Schnabelspitze, Schnabelwinkel, Zungenfurchen, Choanen, parachoanale Wand, Hypophyse und Kehl-

kopf als beständig annahm[1]. Die von mir auf Anraten meines Lehrers ausgewählten Triangulationspunkte sind selbstredend nur relativ konstant oder, wie die Mathematiker sagen: invariant. Sie werden jedenfalls auch verändert, aber in geringerem Grade und innerhalb engerer Grenzen, als die zwischen ihnen liegenden Teile.

Am wichtigsten für das endgültige Formresultat erscheint mir der Umstand, daß die zwischen Dach und Boden des Mundrachenraumes befindliche Lichtung von den Orbitalfalten und den Pharynxfalten eingeengt wird. Beide Faltenpaare scheiden das ventrale und dorsale Stockwerk voneinander. Sie treten (Fig. 25, 26) zuerst im Rachen auf, später in der Mundhöhle, weil diese in späterer Zeit wächst. Vom 8.—14. Tage der Bebrütung läßt sich der allmähliche Fortschritt gut feststellen.

Je länger man die ganze Reihe der Modelle und die oben ausführlich geschilderten feineren Züge derselben betrachtet, um so schärfer leuchtet das gemeinsame Prinzip der Formbildung auf, und man erkennt auch in den jungen Anlagen (Fig. 19—20, 24—25) trotz ihres einfachen Habitus die Voraussetzungen für die endgültige Gestalt. Aber es drängt sich doch die Frage auf, wie man die Modelle stellen muß, um einen sicheren Einblick zu gewinnen. Ich habe mich von Anfang an bemüht, darauf die Antwort zu finden und zur Erreichung meines Zieles viele Längsschnitte durch Kanarienembryonen gemacht. Ein Teil derselben ist auf Taf. VII abgebildet. In welche Lage soll man die Zeichnungen bringen, um die Ähnlichkeiten und Unterschiede der embryonalen Kopfgegend möglichst rasch wahrzunehmen? Die Längsschnitte offenbaren durch die fast verwirrende Menge der gleichzeitig sichtbaren Organe recht große Unterschiede und illustrieren sehr eindringlich die oben an den Modellen betonten Kontraste. Sie erweitern zugleich unsre Kenntnis der intensiven Metamorphose für alle im Kopfe befindlichen Organe.

Während der ersten Monate unsrer gemeinsamen Arbeit sind wir der Verschiedenheit ratlos gegenüber gestanden, weil in der embryonalen Folge nicht bloß die Größendimensionen, sondern auch die Proportionen der einzelnen Organe in raschem Flusse wechseln.

[1] Dieser Versuch wird in einigen Jahren zu reformieren sein. Allein der erste Pfadfinder ist immer durch hergebrachte Ansichten befangen und vermag nicht, alles klar zu sehen. Mögen daher bald andre Forscher helfend eingreifen!

Ich kann die vielen vergeblichen Bemühungen um das Verständnis der Tatsachen mit Stillschweigen übergehen und gleich die Gründe angeben, weshalb wir den Längsschnitten die aus Taf. VII ersichtliche Stellung gegeben haben. Da alle Konturen der Kopfteile gekrümmt verlaufen, haben wir versucht, ob sich nicht durch gerade Hilfslinien feste Grenzen für das Auge gewinnen lassen. Zunächst habe ich die Lage des Kehlkopfes bestimmt, indem ich die Linie *l—li* zur Vorderspitze der Unterschnabelanlage und die Linie *l—e* vom Kehlkopf zur Epiphyse zog. Als dritte Linie zog ich die Hilfslinie *e—ls* von der Epiphyse zur Vorderspitze der Oberschnabelanlage. Aus den Figuren ist nun ersichtlich, daß die Neigung der Linie *l—li* zur Linie *l—e* im Laufe der Entwicklung schwankt. Beide Geraden schneiden sich in den jungen Stadien (Fig. 38, 39) unter einem kleinen, spitzen Winkel. Allmählich ändert sich ihre Neigung, der Winkel *li—l—e* steigt zum rechten Winkel (Fig. 40, 41) und geht bei den ältesten Embryonen (Fig. 42, 43) in einen stumpfen Winkel über. Während daraus eine starke Veränderung der Gewebsmasse im ventralen Mundboden und Unterschnabel zu vermuten ist, bleibt die gegenseitige Neigung der beiden andern Hilfslinien *l—e* und *ls—e* in allen Stadien beständig. Ob man ganz junge oder alte Kopfanlagen prüft, die beiden Linien schließen immer einen gleich großen Winkel ein. Daher glaube ich in diesem Winkel, bzw. in dem Felde, welches von den beiden Schenkeln *e—ls* und *e—l* umschlossen wird, eine Zone gefunden zu haben, welche uns ein bestimmtes Urteil über die mit dem Wachstum einhergehenden Veränderungen gewinnen läßt. Alle Figuren sind so orientiert, daß der eine Schenkel des Winkels *ls—e—l* dem seitlichen Tafelrand parallel läuft. An den Längsschnitten durch die älteren Embryonen sieht man die Gewebsmasse, durch die der Schenkel *e—ls* streicht, in viel höherem Grade wachsen, als im Schenkel *e—l*. Die Strecke *li—l* nimmt ebenfalls stark an Länge zu; da der Unterschnabel direkt vom Oberschnabel und dessen Verlängerung abhängig ist, stellt sich die Hilfslinie *li—l* immer mehr der Linie *ls—e* parallel (Fig. 43).

Wenn in den frühen Bruttagen (Fig. 38—40) die Hilfslinie *li—l* gleich groß und bloß die Neigung zur Geraden *e—l* schwankend gefunden wird, indem der spitze Winkel *li—l—e* (Fig. 38, 39) zu höheren Graden steigt (Fig. 40), bis zu 90° (Fig. 41), so bedeutet das, daß die Stellung des Rachens in bezug auf das Vorderhirn und die Hypophyse sich ändert (Fig. 39, 40). Jedenfalls hängt das mit Lage-

veränderungen in der caudalen Zone der Kopfanlage zusammen, die sowohl aus der stärkeren Beugung des Hinterhirns, bzw. des Rückenmarksbeginnes, als auch aus der dorsalen Krümmung der Chorda dorsalis ersichtlich sind. Zugleich wird die Rachenhöhle modifiziert. Bei jungen Embryonen (Fig. 38, 39) ist sie sehr schmal, ihr Dach und Boden ziehen parallel. Später (Fig. 40, 41) ist sie erweitert, Dach und Boden stehen schräg zueinander. Ich deute das als vorbereitende Ereignisse, durch welche die Rachenhöhle in engere Beziehung zur Mundhöhle tritt, denn anfangs (Fig. 38, 39) sind beide senkrecht abgebogen, später (Fig. 40, 41) ist die Knickung verwischt und beide Räume zu einer gemeinsamen Höhle verschweißt. Die späteren Veränderungen der Mundrachenhöhle sind von neuen Lagebeziehungen zu andern Kopfteilen begleitet. Während das Munddach bis zur Hypophyse zuerst (Fig. 38—40) direkt von der dicht benachbarten Hirnanlage überschirmt wird, ist in der zweiten Hälfte der Brutzeit durch die Entfaltung der Zellmassen, welche das Naso-Interorbitalseptum (*nio*) schaffen, und der zu beiden Seiten liegenden Nasenschläuche das Munddach von dem Vorderhirn entfernt. Die Längsschnitte (Fig. 41—43) offenbaren ganz andre Beziehungen der reicher ausgestalteten Organe. Die frühzeitig anklingende Abkrümmung des Hinterhirnes und Rückenmarkes steigt in höherem Grade (Fig. 42) und wird auch auf den Oesophagus und die Trachea wirksam.

Trotz dieser Veränderungen bleibt der Winkel *ls—e—li* konstant, alle anatomischen Neuerungen sind an das intensive Längenwachstum seines Schenkels *ls—e*, außerdem an die Lageveränderung sowie die Wachstumsenergie in der Zone der Geraden *li—l* gebunden. Ich hielt mich daher für berechtigt, die Längsschnitte durch Parallelstellung der Winkel zu orientieren und habe auch die Modellbilder im gleichen Sinne auf der Taf. VIII angeordnet. Das letztere habe ich derart erzielt, daß ich die Längsschnitte im photographischen Apparat auf die Größe der Modellphotogramme (Fig. 19—27) reduzierte und an der Milchglasplatte beide zur Deckung brachte. So konnte ich die Hilfslinien direkt auf die Modellbilder übertragen.

Durch die abgebildeten Stadien ist die auffallende Metamorphose der topographischen Beziehungen in der Kopfregion bewiesen, aber es wird noch eingehender Studien bedürfen, bis der Reichtum ihrer gegenseitigen Abhängigkeit wirklich verstanden sein wird. Ich muß mich damit bescheiden, sie wahrgenommen und beschrieben zu

haben. Möge allmählich auf dem von uns betretenen Wege eine bessere Erkenntnis reifen, als es bisher durch die einseitige Betrachtung des Knochengerüstes des Kopfes möglich war.

## III.

## Die Mundrachenwand des Schafes (Ovis aries).

### 1. Die Mundrachenwand eines Schafembryos von 41,0 mm Scheitel-Steißlänge.

Bei Embryonen von 40 mm und mehr sind die definitiven Säugetiercharaktere schon hergestellt. Harter und weicher Gaumen trennen die sekundäre Mundhöhle vom Ductus naso-pharyngeus, die Choane ist in den Canalis incisivus und die definitive Choane an der oralen Grenze des Ductus naso-pharyngeus zerlegt. Die Mundöffnung (Taf. VI Fig. 28) wird umrahmt von weichen, wulstigen Lippen (*ls* und *li*), welche am Lippenwinkel klaffend auseinanderweichen, so daß die Zungenspitze direkt sichtbar ist. Die Oberlippe (*ls*) springt weiter vor als die Unterlippe (*li*) und wird infolgedessen nicht von dieser bedeckt. Die Mundhöhle (Taf. VI Fig. 30) verläuft nicht gerade, sondern stumpfwinkelig dorsal geknickt, daher können wir einen von den Lippenwinkeln schräg aufsteigenden und einen geraden Abschnitt unterscheiden. Die Zungenspitze liegt, wie aus dem Medianschnitt (Taf. VI Fig. 30) zu ersehen ist, unter einem stufenartig gekrümmten Abschnitt des Munddaches. Hinter demselben steigt der Gaumen parallel dem Zungenrücken schräg dorsal. In einem höheren Niveau wenden sich beide gerade caudal und verlaufen eine ansehnliche Strecke parallel nach hinten. Die Zunge wird rechts und links durch tiefe Zungenfurchen (Textfigur 32—34 *zf*) gegen die seitliche Zone des Mundbodens abgegrenzt. Am Bilde der Mediankonstruktion (Taf. VI Fig. 30) sehen wir dieselbe als einen stark ausgeprägten Grat (*zf*) verlaufen. Ihr Ende zeigt die hintere Grenze der Zunge an. Die paarige Endstelle hat einen hohen morphologischen Wert, da sie auch die Grenze zwischen Mund- und Rachenhöhle markiert. Die Mundhöhle verhält sich genau umgekehrt wie bei den Vögeln; denn sie hebt als enger Raum an den Lippenwinkeln an und strebt innerhalb des Kopfes zu transversaler Breite, während sie beim Kanarienvogel vom Schnabelwinkel ab an transversaler Breite einbüßt. Von oben betrachtet (Taf. VI Fig. 29) erscheint ihr Umriß daher birnförmig mit sehr

kräftiger Seitenschwingung. Wo der Lateralrand in den geraden Abschnitt des Modells übergeht (*), endet in einem tieferen Niveau die Zungenfurche (Taf. IX Fig. 28). Noch andre Merkmale kennzeichnen die hier befindliche Grenze zwischen Mund und Rachen-

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

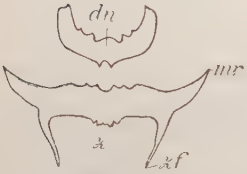



Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

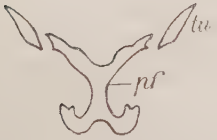



Fig. 38.

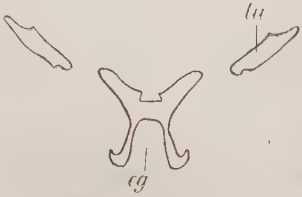



Fig. 39.

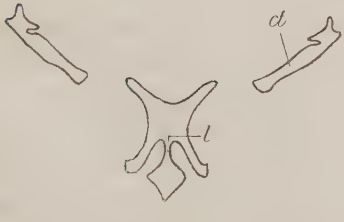



Fig. 40.

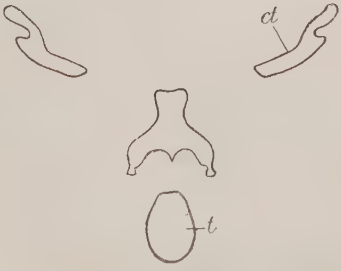



Fig. 32—40. Querschnitte durch die Mundrachenhöhle von *Ovis aries*. Embryo 41 mm Scheitel-Steißlänge. Vergr. 10/1.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Abstand der Schnitte: | 32—33 = 450 μ, | Abstand der Schnitte: | 36—37 = 315 μ, |
| | 33—34 = 1395 μ, | | 37—38 = 315 μ, |
| | 34—35 = 855 μ, | | 38—39 = 180 μ, |
| | 35—36 = 495 μ, | | 39—40 = 315 μ. |

*ct* Cavum tympani; *dn* Ductus naso-pharyngeus; *eg* Epiglottis; *if* Isthmus faucium; *l* Kehlspalte *mr* Mundwinkelrinne; *pf* Rachenpfeiler; *t* Trachea; *tu* Tuba Eustachii; *z* Zunge; *zf* Zungenfurche.

höhle. Es enden nämlich an dem einwärts gebogenen Rand der Mundhöhle die Zahnleisten (*zl*), und senkrecht über ihr liegt die Hypophyse, welche zwar nicht mehr mit dem Munddache zusammenhängt, aber deren vermutliche Wurzelstelle durch den Buchstaben *h* angedeutet ist.

Am Querschnitte (Textfig. 32—34) ist die ganz andre Form der Mundhöhle ebenso leicht abzulesen. Abgesehen davon, daß hier der harte und weiche Gaumen entwickelt wird, welcher den Vögeln unbekannt ist, fällt das Gaumendach auch nicht schräg gegen die Mundwinkelrinne ab. Es zieht fast eben zur Seite, und die Mundwinkelrinnen liegen einander gerade gegenüber. Der laterale Mundboden steht dem Dache parallel, erst dicht neben der Zunge fällt er in die scharfe Zungenfurche ab, so daß hier die Zunge gewissermaßen in den Mundboden versenkt scheint.

Über dem Munddache liegen die enorm großen Nasenschläuche. An der Seitenansicht des Modells (Taf. VI Fig. 28) tritt ihre Gliederung in die lange Muschelzone mit der seitlichen Aulaxnische (*A*) und der flachen Delle des Nasoturbinale (*Nt*) am langgezogenen Sacter (*S*), ferner die Siebbeinzone mit den Cribraltaschen, Procribrum (*Pc*), Mesocribrum (*Msc*), Metacribrum (*Mtc*), sowie dem Sinus maxillaris (*sm*) ohne weiteres hervor. Die Muschelregion hängt durch den kurzen Vorhof mit dem Nasenloch (*an*) und durch den Canalis incisivus (*ci*) mit der Mundhöhle zusammen. Im übrigen aber liegt (Taf. VI Fig. 30) der schmale Rand der ventral geschlossenen Muschelzone in etlichem Abstande vor und über dem Gaumendache. Die Choanen der Nasenschläuche münden in den Canalis naso-pharyngeus (*dn*). Ich kann die Grenze zwar nicht genau feststellen, doch suche ich sie an der punktierten Linie (Taf. VI Fig. 30).

In der Choanennähe stehen Ductus naso-pharyngeus (*dn*) und Gaumendach (*gd*) weit voneinander ab. Die Querschnitte (Textfig. 34) beider Räume zeigen charakteristische Verschiedenheiten, indem der Ductus naso-pharyngeus etwa halbmondförmig, die Mundhöhle ungefähr trapezförmig ist. Die beiden voneinander unabhängigen Räume laufen eine lange Strecke konvergierend, um hinten zu kommunizieren (Textfig. 36).

Der Raum, in welchen Ductus naso-pharyngeus und Ausgang der Mundhöhle zusammenfließen, und in den auch die Epiglottis (*eg*) samt der Kehlritze schaut, wird seit alters der Rachen genannt. Aber wenn man Aufklärung über seine Größe und besonders seine Grenzen gegen Mundhöhle und Ductus naso-pharyngeus sucht, erkennt

man, daß darüber noch keine bestimmte Lehrmeinung herrscht. Ich kann heute zwar noch keine endgültige Lösung des Problems vortragen, doch möchte ich eine Ansicht motivieren, die sich mir beim Studium der verschiedenen Modelle aufgedrängt hat. Es sind mir nämlich Zweifel aufgestiegen, ob man den engen Raum hinter der Zunge (Isthmus faucium, *if*), der am hinteren Rande des Gaumendaches in den Rachen übergeht, nach der bisher gewohnten Weise als hinteren Abschnitt der Mundhöhle deuten darf, da das Studium der Querschnitte so ganz andre Eigenschaften und den Mangel der die Mundhöhle bezeichnenden Merkmale offenbart. Wenn man in der Serie rückwärts geht, schwinden die Zahnleiste und die seitlichen Zungenfurchen, endlich trifft man eine Zone (Textfig. 35), wo die Fortsetzung des Mundlumens alle im vorderen Abschnitte vorhandenen Charaktere (Mundwinkelrinne, Zungenfurche, Zungenwulst, Zahnleiste) verloren hat und ungefähr rechteckig aussieht. Boden und Dach verlaufen parallel, und statt der Mundwinkelrinne sind zwei fast senkrecht stehende, wenngleich sehr niedrige Seitenwände vorhanden. Wir bemerken am Modell (Taf. VI Fig. 30) besser als an den Querschnitten, daß in diesem Teile hinter dem Ende der Zungenfurchen sowohl der Boden wie das Dach, das ihm parallel läuft, sanft gegen die Epiglottis abfallen. Endlich nähern wir uns der Kommunikationsstelle (Textfig. 36). Das ventrale Lumen zeigt zwei seitwärts gerichtete Ausbuchtungen, während gleichzeitig in der Mediane des Daches ein Spalt sichtbar wird, durch welchen wir in das obere Stockwerk blicken können, aus dessen dorsaler Wand die Tuben lateral ziehen. Nun gelangen wir in den eigentlichen Rachen (Fig. 37 und 38) und erkennen, daß dessen auf dem Querschnitte trapezoide Höhle durch seitliche, nach der Mediane einragende Falten in zwei übereinanderliegende Stockwerke geteilt ist, von denen das obere größer ist. Die seitlich einspringenden Falten sind die Anlagen der Rachenpfeiler des weichen Gaumens; denn sie ziehen vom Ende des Ductus naso-pharyngeus an der Seitenwand des Rachens bis hinter die Epiglottis. Je weiter wir nach hinten kommen (Textfig. 38—40), um so mehr wenden sie sich abwärts, um vor dem Eingang in den Oesophagus zu verstreichen.

Der Querschnitt des Ductus naso-pharyngeus ändert seine typische halbmondförmige Gestalt in einen V-ähnlichen Umriß ungefähr in der Ebene, wo die Formwandlung des Mundhöhlenquerschnittes anhebt. Man kann die Stelle durch fünf Punkte, Hypophyse, Enden der Zungenrinnen und Enden der Zahnleisten, festlegen. Gerade dort

buchten sich die beiden oberen seitlichen Winkel des Ductus aus, um im weiteren Verlauf nach hinten je eine stark abgeplattete Flachtasche, die Tuben, zu entsenden, die in die ziemlich einfach gestaltete, stark abgeplattete Paukenhöhle führen. Die Tuben fallen besonders durch ihre Kürze auf. Ferner divergieren sie, wie die Dorsalansicht des Modells (Taf. VI Fig. 29) beweist, nur schwach von der Mediane nach hinten, und die Paukenhöhlen liegen nicht sehr weit voneinander entfernt. Die Außenansicht von oben läßt uns auch sehr schön den muldenartig geformten Ductus naso-pharyngeus (*dn*) erkennen, soweit er nicht durch die kolossal entwickelte Siebbeinregion der Nasenschläuche verdeckt ist.

### 2. Die Mundrachenwand eines Schafembryos von 20,0 mm Scheitel-Steißlänge.

Um einen scharfen Gegensatz zu dem eben geschilderten anatomischen Zustand vorzuführen, wähle ich einen um die Hälfte kleineren Embryo aus, dessen Gaumen noch nicht gebildet ist. Nur die primitive Mundhöhle mit der Gaumenrinne und den primitiven Choanen ist angelegt.

An der Mundspalte fällt wieder die ungleiche Größe der Lippen (Taf. VI Fig. 32) auf, die Oberlippe (*ls*) springt weit über die Unterlippe (*li*) vor. Das äußere Nasenloch (*an*) liegt dicht über ihrem vorderen Rande. Die Unterlippe aber ist sehr kurz, sie vermag noch nicht die ventrale Fläche der Oberlippe zu bedecken und die Mundhöhle wirklich abzuschließen, so daß wir von außen direkt auf die später innerhalb des Lippenspaltes geborgene Fläche der Oberlippe blicken.

Aus der primitiven Mundöffnung schaut die kurze Spitze der Zungenanlage (*z*) über der Unterlippe und zu beiden Seiten der orale Rand der sog. Gaumenfalten heraus. Vom Munde zieht die Mundhöhle kopfeinwärts. Man kann an ihr ebenso wie beim Kanarienvogel drei Zonen unterscheiden (Taf. VI Fig. 33): eine mittlere Zone, die Gaumenrinne (*gr*), welche dicht hinter den Nasenschläuchen dorsal höher emporspringt, und zwei laterale Bezirke, die Seitenflügel (*sf*), welche am Lippenwinkel sehr breit entfaltet sind und in kräftiger, an der Photographie des Modells nicht deutlich erkennbarer Krümmung medial ziehen. Ihr lateraler Rand tritt an der Außenseite des Modells (Taf. VI Fig. 32) als scharfe Kante (*mr*) hervor, er soll wieder Mundwinkelkante bzw. Mundwinkelrinne heißen. Die Photographie des Modells läßt die großen Niveau-

unterschiede der drei Zonen nicht gut erkennen, aber Querschnitte (Textfig. 42 und 43) offenbaren sie ohne weiteres. Die Seitenflügel (*sf*) der Mundhöhle, welche man Kaunischen nennen könnte, weil später die Zähne an ihrer dorsalen und ventralen Wand entwickelt werden, sind noch sehr klein. Nahe den Mundwinkeln liegt ihre breiteste Stelle, unter der Hypophyse (*h*) sind sie der Medianebene

Fig. 41.

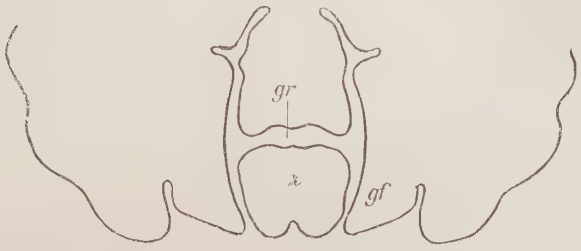



Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 41—47. Querschnitte durch die Mundrachenhöhle von *Ovis aries*. Embryo 20 mm Scheitel-Steißlänge. Vergr. 15/1.

Abstand der Schnitte: 41—42 = 675 μ, 42—43 = 350 μ, 43—44 = 525 μ. Abstand der Schnitte: 44—45 = 200 μ, 45—46 = 150 μ, 46—47 = 275 μ.

*ct* Cavum tympani; *gf* Gaumenfalte; *gr* Gaumenrinne; *mr* Mundwinkelrinne; *tu* Tuba Eustachii *z* Zunge: *zf* Zungenfurche.

genähert, so daß ihre lateralen Kanten (*mr*) konvergierend medianwärts ziehen. Die Gaumenrinne (*gr*) wird durch die aus dem Mundboden vorspringende Zunge fast vollständig ausgefüllt und durch den freien Rand der sog. Gaumenleisten deutlich von den Kaumschen abgegrenzt. Um ihre Eigenart zu begreifen, muß man das mediane Dach und die senkrecht abfallenden Seitenwände gesondert betrachten. Dem medianen Dache liegt der Zungenrücken direkt gegenüber und parallel, nur durch einen kurzen Spaltraum von ihm entfernt. Diese beiden medianen Streifen der Mundwand (Taf. VI Fig. 34) ziehen vom breiten Mundspalte in einem erst stärker gekrümmten, tiefer innen mehr gerade gestreckten Bogen gegen den Rachen. Wenn man den Zungenwulst durch einen längs des Grundes der Zungenfurche (*zf*) geführten Schnitt entfernt (Taf. VI Fig. 35), so erkennt man erst, in welch stark konvexem Bogen sich das mediane Munddach über dem Grunde der Zungenfurchen (*zf*) wölbt. Die Seitenwände der Gaumenrinne und die Seitenflächen der Zunge stehen einander ebenfalls parallel. Der Rand der Gaumenfalten (*gf*) findet das entsprechende Gegenstück in den seitlichen Zungenfurchen des Mundbodens. Die Fig. 35 (Taf. VI) zeigt die verhältnismäßig große Ausdehnung der Gaumenrinne.

Die Beziehungen zu den Nachbarzonen gestatten zwei Hauptabschnitte der Gaumenrinne zu unterscheiden. Zuerst die orale, stärker gewölbte, hinter den Nasenschläuchen liegende Zone (*pch*), welche am oberen Mundrande beginnt und steil aufsteigt. Sie soll parachoanale Wand heißen, weil längs derselben die langgestreckten schmalen Choanen ziehen. Sie befinden sich gerade in den beiden Ecken, an welchen die Parachoanalwand in die Seitenwand der Gaumenrinne umbiegt.

Die Nasenschläuche besitzen bereits die wichtigsten Anlagen, nämlich Aulax, Sacter und die Cribralregion. Aber an der Photographie des Modells ist wenig von diesem Detail zu sehen. Man erkennt an der Lateral- und Dorsalansicht (Taf. VI Fig. 32 und 33) nur die plump auswachsenden Cribralsäcke, das Procribrum (*Pc*) gerade gegen die dorsale Grenze der parachoanalen Wand abfallend, das kleinere Mesocribrum (*Msc*) und das Blindende (*D*) des Cribrum.

Hinter der parachoanalen Zone folgt als zweiter Abschnitt der Gaumenrinne das eigentliche dorsale Dach (*gr*), welches fast unter einem rechten Winkel gegen die parachoanale Wand geneigt ist und wenig gekrümmt bis zur Hypophysenwurzel (*h*) zieht. Dieselbe hängt zwar in diesem Stadium nicht mehr mit dem Munddach zu-

sammen, doch läßt sich ihre Wurzelstelle mit einiger Sicherheit bestimmen, besonders wenn man viele junge Stadien gesehen hat. Ich habe sie daher an dem Modell durch einen kleinen Zapfen (*h*) angegeben.

Die Seitenwand der Gaumenrinne nimmt an Höhe ab, je weiter man in der Mundhöhle vordringt, die Zungenfurche steigt gegen das Dach der Gaumenrinne auf (Taf. VI Fig. 35). Die Zunge füllt die Lichtung der Gaumenrinne fast vollkommen aus (Textfig. 41—43), ihre Oberfläche läuft sowohl dem Dache, als auch den Seitenwänden der Rinne parallel. Die Beziehungen zwischen Gaumenrinne und Zunge sind so enge, daß sie von den Gaumenleisten (*gf*), d. h. den gegen die Zungenfurchen vorspringenden freien Rändern der Seitenwände der Gaumenrinne gewissermaßen wie von einer Matrize umfaßt erscheint. Wie wir im Verfolg der Querschnitte nach hinten, sowie bei der Betrachtung des Modells von außen beobachten können, ziehen die Gaumenfortsätze bis an das hintere Ende der Zunge. Die Hypophysenwurzel, das Ende der Zungenfurche (*zf*) und das Ende der Mundwinkelrinne (*mr*) sind nach meiner Meinung die caudalen Grenzen der Mundhöhle. Alles, was hinter denselben liegt, gehört dem Rachen an.

Da die Zungenanlage gewissermaßen den positiven Ausguß der Gaumenrinne vorstellt, so spiegelt sie deren eben geschildertes Relief in positiver Form wieder. Wenn man den Grund der seitlichen Zungenfurchen als Basis auffaßt, kann man die Zunge ganz allgemein einem dreiseitigen Keile vergleichen, dessen schmale Kante an der caudalen Mundgrenze liegt, während seine dickere Masse zur Mundspalte schaut. Die Abbildung des Modells (Taf. VI Fig. 35) läßt den Zungenumriß durch die Form der seitlichen Gaumenrinnenwand beurteilen. Der Längsschnitt des Modells (Taf. VI Fig. 34) zeigt die keilförmige Gestalt des Zungenwulstes, weil die Medianlinie seiner freien Oberfläche und der schräge Verlauf der seitlichen Zungenfurche (*zf*) zugleich sichtbar sind. Man kann daher die Zunge als einen über dem Grund der seitlichen Zungenfurchen ungleichmäßig emporgewölbten Wulst des Mundbodens deuten, dessen Höhe im hinteren Abschnitt der Mundhöhle (Textfig. 43), d. h. unter dem gerade verlaufenden Gaumendache verhältnismäßig klein, dagegen nahe der parachoanalen Wand (Textfig. 42) sehr bedeutend ausgeprägt ist. Statt von dem Zungenrücken zu sprechen, wie wir bisher gewohnt waren, empfiehlt es sich, für die stilistische Würdigung eine steil aufsteigende, der parachoanalen Wand der Gaumenrinne gegenüberliegende oder

antichoanale Zone von dem niedrigen hinteren Abschnitt der Zunge zu unterscheiden. Stellt man sich in Gedanken an die hintere Mundgrenze und blickt gegen die Mundöffnung, so erscheint die Zunge als ein stufenartiger Wulst des Mundbodens, welcher gegen die jetzt noch stumpfe Zungenspitze gerundet stumpfwinkelig abfällt. Der ähnliche Formcharakter spricht sich übrigens auch in der Aufkrempelung der seitlichen Flügel (*sf*) der Mundhöhle und speziell in der Krümmung der Mundwinkelrinne (*mr*) aus (Fig. 32). Das Formgesetz für den Gaumenrinnenabschnitt der Mundhöhle läßt sich auch so in Worte fassen, daß man sagt: Hier buchtet sich das Dach zur Bildung der dorsalen Gaumenrinne aus, und der korrespondierende mediane Streifen des Bodens wird als plumper Wulst gegen das Dach erhoben. Die Höhe des Zungenwulstes (durch den senkrechten Abstand vom Grunde der seitlichen Zungenfurchen gemessen) ist an der hinteren Mundgrenze sehr gering und nimmt oral zu, so daß am Mundeingange ein stark gewölbter Abfall des Zungenrückens notwendig entsteht (Taf. VI Fig. 34).

Im Rachenabschnitte (Textfig. 44—46) verlaufen Dach und Boden ziemlich eben und parallel zueinander. Die Seitenwände sind sehr niedrig und der lichte Raum transversal gedehnt. Gleich an der oralen Grenze entspringen aus einer sagittal langen, dorso-ventral schmalen Strecke der Rachenwand zwei breite, gleich Flügeln (Taf. VI Fig. 33) anhängende Flachtaschen (*ct*), die Hohlanlagen der Tuben und Paukenhöhle. Ihr oraler Rand beginnt ungefähr im Querschnittsniveau der Hypophysenwurzel (*h*) unter einem stumpfen Winkel gegen die Mundseitenwand. Ihr Hinterrand setzt sich gegen den Rachen (*ph*) durch eine unter spitzem Winkel einspringende Kante ab, so daß die Vorder- und Hinterkante einander parallel laufen. Hinter den Tubenanlagen (Textfig. 47) verläuft das Rachendach noch eine kurze Strecke eben und wie eine gerade Verlängerung des Gaumenrinnendaches, um im rechten Winkel abzubiegen und unter gleichzeitiger Abnahme an lateraler Ausdehnung und Verflachung der Wölbung ruhig in den Oesophagus (*oe*) überzugehen. An der schmalen Seitenwand des Rachens, aus welcher die Tubensäcke herausragen, fällt je eine schmale, ins flache Lumen einragende Falte (Taf. VI Fig. 35 *pf*) auf, welche unabhängig von der Seitenwand der Gaumenrinne ist. Beim Durchschieben der Serie erkennt man deutlich ihre Trennung. Die Gaumenfalten hören am Beginn der Tubenöffnung auf, nach einigen Schnitten (Textfig. 44) beginnt die neue Anlage der über die Tubenregion sich erstreckenden Falte

(Textfig. 45—47). Ich möchte die kurze Strecke zwischen beiden Falten als die Grenze des harten und weichen Gaumens deuten. Die Anlage des weichen Gaumens (*pf*) springt als schmale, von der Seitenwand einragende Falte in das Rachenlumen vor und scheidet wenigstens den seitlichen Rachenabschnitt in zwei übereinanderliegende Räume; einen unteren, etwa breit sattelförmigen Teil, den künftigen Isthmus faucium, und den oberen nach den Seiten stark ausladenden Tubenraum. Diese Rachenfalten sind an der Außenseite des Modells nicht zu erkennen, da sie sehr dünn und infolgedessen nicht gut von der Außenseite als hohle Flachtasche zu modellieren sind.

### 3. Die Mundrachenwand eines Schafembryos von 13,0 mm Scheitel-Steißlänge.

Das Modell des Embryos von 13,0 mm Sch.-St. weist eigentlich dieselben Formen auf, wie der Embryo von 20,0 mm Sch.-St., nur ist alles in viel kleinerem Maßstabe ausgeführt (vgl. Taf. VI Fig. 32—37, welche alle bei gleicher Vergrößerung photographiert wurden). Insbesondere ist die Höhe der ganzen Anlage noch sehr gering. Daher erscheint die Mundrachenwand flach und plump, die Mundhöhle sehr breit. Die Oberlippe überragt die kurze unscheinbare Unterlippe. Die Nasenlöcher liegen im Niveau der Oberlippe dicht vor dem Mund. Die Mundhöhle ist bereits in zwei kleine Seitenflügel (*sf*) und die Gaumenrinne (*gr*) gegliedert. Vom oberen Lippenrande steigt die parachoanale Wand der Gaumenrinne jäh empor. Vor ihr liegen die plumpen Nasenschläuche, deren Choanen am Seitenrand der Parachoanalwand münden. Letztere biegt dann rechtwinkelig in das eine lange Strecke ganz eben verlaufende Dach der Gaumenrinne ab. Die Seitenwände fallen gegen die lateralen Zungenflächen ab. Die Zunge wölbt sich als ein mächtiger Wulst gegen das Dach der Gaumenrinne vor. Sie ist ebenso keilförmig wie im Stadium 20,0 mm Sch.-St. Die seitlichen Mundflügel (*sf*) sind noch klein; an den Mundwinkeln am breitesten, nimmt ihre transversale Ausdehnung sehr rasch ab, so daß wir bei der Betrachtung des Epithelmodells von oben ihren Rand, die Mundwinkelrinnen (*mr*) fast senkrecht eingezogen sehen. Die Stelle, wo die Mundwinkelrinne in den engen Abschnitt des Modelles übergeht, spreche ich wieder als die Grenze zwischen Mund- und Rachenhöhle an. Dieselbe wird außerdem durch zwei andre Merkmale festgelegt. Gegen sie verstreichen nämlich die an der Ventralansicht des Modelles als kleine Wülste sichtbaren, seitlichen Zungenfurchen und zeigen

so das hintere Zungenende. Am Munddache befindet sich die mediane Ansatzstelle des Hypophysenstieles. Also können wir auch bei kleinen Embryonen durch diese drei Punkte die ideale Grenze zwischen Mund- und Rachenhöhle legen. Der Querschnitt durch die Mundhöhle zeigt an dieser Stelle die größte Verengerung des im allgemeinen stark transversal gedehnten Lumens. In den nächsten Schnitten fällt sofort die wieder zunehmende transversale Ausdehnung des Lumens auf; Boden und Dach laufen fast genau parallel. Die Seitenwand buchtet sich hier in sehr energischer Weise nach der Seite und nach oben aus und erzeugt je einen der Rachenwand unter schiefem Winkel angesetzten, ziemlich plattgedrückten Sack (Taf. VI Fig. 36). Wir haben in diesem Anhang der Rachenseitenwand die erste Schlundtasche vor uns. Wie aus der Abbildung deutlich ersichtlich, nimmt die Seitentasche nach dem Schlunde zu rasch an transversaler Entfaltung ab und leitet allmählich in den Oesophagus über. Ungefähr am hinteren Rande der Schlundtasche biegt der bisher gerade Rachen in fast rechtem Winkel ventral ab. Am Boden bemerken wir nach einer kurzen Strecke des Abfalls einen nach hinten gerichteten plumpen Wulst, die Anlage der Epiglottis, und unter seinem kurzen Hinterrande die Epitheleinsenkung der Kehlritze, hinter welcher der Rachen in den Oesophagus übergeht. Der Rachenabschnitt ist demnach nach allen Seiten kolossal entwickelt. Sowohl was seine Länge als auch transversale Entfaltung betrifft, übertrifft er bei weitem die an Größe zurückstehende Mundhöhlenregion. Dieses gegenseitige Verhältnis läßt sich sehr gut an der Dorsalansicht des Modells (Taf. VI Fig. 36) erkennen. Der transversal stark ausladende Rachen fällt sofort in die Augen, seine Längenausdehnung kann man in dieser Ansicht nicht voll überblicken, da ja in der Gegend des Kehldeckels der Rachen senkrecht nach unten abfällt, sie läßt sich jedoch gut aus der Seitenansicht (Taf. VI Fig. 39) abnehmen.

## IV.

## Zusammenfassung.

1) Der Bereich der ectodermalen Mundhöhle kann durch folgende Grenzmarken bestimmt werden: Wurzelstelle der Hypophyse, Mundwinkel, Schnittpunkte der Mund- und Rachenwinkelrinne, Enden der seitlichen Zungenfurchen (bzw. Zahnleisten).

2) Sowohl in der Mund- wie Rachenhöhle ist die ventrale Wand als Boden, die dorsale Wand als Dach zu unterscheiden. Beide hängen jederseits an der Mund- (bzw. Rachen-)winkelrinne zusammen.

3) Mund- und Rachenhöhle werden durch Falten des Daches in zwei dorso-ventral übereinanderliegende Stockwerke gegliedert.

A. *Fringilla canaria.*

4) Die Orbitalfalten des Munddaches trennen die Mundhöhle in einen transversal breiten Raum mit der Zunge und die dorsale Orbitalmulde, deren Eingang bisher fälschlich als Choanenspalt gedeutet wurde.

5) Die Pharynxfalten scheiden die Rachenhöhle in den ventralen Larynxraum und das dorsale Antrum tubarum.

6) Die Choanen der Nasenschläuche liegen an der parachoanalen Wand der Orbitalmulde.

7) Die Schnabelkammer entsteht durch Vorwachsen des oberen und unteren Mundrandes.

8) Die embryonale Kopfanlage kann durch den Epiphysenwinkel zum Vergleiche orientiert werden.

B. *Ovis aries.*

9) Die Gaumenfalten bzw. die Zungenfurchen scheiden die Gaumenrinne bzw. den Zungenwulst von den seitlichen Flügeln (Kaunischen) der Mundhöhle.

10) Die Mundhöhle besitzt birnförmigen Umriß, sie fängt als enger Raum an den Lippen an und erweitert sich im Kopfe (Taf. VI Fig. 29).

11) Das Dach der Gaumenrinne ist in stark konvexem Bogen über den Zungenfurchen gewölbt, sein parachoanaler Abschnitt ist fast senkrecht gegen die zur Hypophyse ziehende Strecke geneigt (Taf. VI Fig. 35).

12) Der Rachen wird durch die Seitenfalten in den oberen Tubenraum und den unteren Isthmus faucium geteilt.

---

## Literaturverzeichnis.

1) H. Gadow, Die Vögel, in H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. VI. 4. Abt. Anat. Teil. 1891.
2) C. Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. II. 1901.
3) E. Göppert, Die Bedeutung der Zunge für den sekundären Gaumen und den Ductus naso-pharyngeus. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XXXI. 1903.

3a) E. Göppert, Die Entwicklung des Mundes und der Mundhöhle und ihrer Organe, in O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Bd. II. 1. Teil.
4) K. Heiderich, Die Mund-Schlundkopfhöhle der Vögel. Morphолog. Jahrb. Bd. XXXVII. Heft 1. 1907.
Vgl. H. Baum, Bericht über die Anatomie. Sonderabdruck aus dem Berichte über die tierärztliche Hochschule zu Dresden auf das Jahr 1905. S. 9 und 11.
5) W. His, Beobachtungen zur Geschichte der Nasen- und Gaumenbildung beim menschlichen Embryo. Abhandlungen der Kgl. sächs. Gesellsch. der Wiss. Math.-phys. Klasse. Bd. XXVII. Leipzig 1902.
6) E. Kallius, Beiträge zur Entwicklung der Zunge. 2. Teil: Vögel. Anat. Hefte. Bd. XXVIII. Heft 2/3. Ebenda. Bd. XXXI. Heft 93/95.
7) G. Killian, Über die Bursa und Tonsilla pharyngea. Morphолog. Jahrb. Bd. XIV. 1888. S. 687—690.
8) A. Oppel, Lehrbuch der vergleichend-mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. 3. Teil. 1900. S. 81.
9) G. Schorr, Zur Entwicklungsgeschichte des sekundären Gaumens bei einigen Säugetieren und beim Menschen. Anat. Hefte. Bd. XXXVI. Heft 1. 1908.
10) W. Sippel, Das Munddach der Vögel und Säuger. Morphолog. Jahrbuch. Bd. XXXVII. 1907. S. 490.

## Erklärung der Abbildungen.

Gemeinsame Buchstabenbezeichnung.

*A* Aulax,
*an* äußeres Nasenloch,
*As* Anstieg,
*at* Antrum tubarum,
*Bd* Bursa dorsalis,
*Be* Bursa externa,
*Bv* Bursa ventralis,
*c* Chorda dorsalis,
*ch* Choane,
*ci* Canalis incisivus,
*cr* Cribrum,
*ct* Paukenhöhle,
*D* Blindende des Cribrum,
*dm* dorsale Flachnische,
*du* Ductus naso-pharyngeus,
*e* Epiphyse,
*Ec* Epicribrum,
*ec* Ectoderm,
*eg* Epiglottis,
*gd* Gaumendach,
*gf* Gaumenfortsatz,
*gr* Gaumenrinne,
*h* Hypophyse, bzw. deren Wurzel am Munddach,
*i* Infundibulum,
*io* Jacobsonsches Organ,
*l* Larynx,
*li* Unterlippe,
*ls* Oberlippe,
*md* Munddach,
*mr* Mundwinkelrinne,
*Msc* Mesocribrum,
*Mtc* Metacribrum,
*Mx* Muschelzone,
*N* Nasenschlauch,
*nio* Nasointerorbitalseptum,
*Nt* Nasoturbinale,
*oe* Oesophagus,
*of* Orbitalfalten,
*om* Orbitalmulde,

*on* Seitennische der Orbitalmulde,
*Pc* Procribrum,
*pch* parachoanale Wand,
*pf* Pharynxfalten,
*ph* Pharynx,
*ra* Schnabelspitze,
*rb* Rachenboden,
*rd* Schnabeldach,
*ri* Unterschnabel,
*rr* Rachenwinkelrinne,
*rs* Oberschnabel,
*rw* Rachenwinkel,
*sf* Seitenflügel der Mundhöhle,
*sm* Sinus maxillaris,
*so* Sinus orbitalis,
*sph* sphenoidale Wand,
*Sr* Sacter,
*t* Luftröhre,
*tr* Tränennasengang,
*ts* Luftsinus der Tube,
*tu* Tuba Eustachii,
*V* Vorhof,
*vp* weicher Gaumen,
*Z* Zunge,
*Zd* Zungenfeld,
*Zf* Zungenfurche,
*Zl* Zahnleiste.

---

## Tafel IV.

Fig. 1—3. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 14. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 13,5/1.
Fig. 1. Lateralansicht.
Fig. 2. Dorsalansicht.
Fig. 3. Medianschnitt.

Fig. 4—6. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 9. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 18/1.
Fig. 4. Lateralansicht.
Fig. 5. Dorsalansicht.
Fig. 6. Medianschnitt.

Fig. 7—9. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 8. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 24/1.
Fig. 7. Lateralansicht.
Fig. 8. Dorsalansicht.
Fig. 9. Medianschnitt.

## Tafel V.

Fig. 10—12. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 7. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 24/1.
Fig. 10. Lateralansicht.
Fig. 11. Dorsalansicht.
Fig. 12. Medianschnitt.

Fig. 13—15. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 6. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 24/1.
Fig. 13. Lateralansicht.
Fig. 14. Dorsalansicht.
Fig. 15. Medianschnitt.

Fig. 16—18. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand eines Embryo des 5. Bruttages von *Fringilla canaria*. Vergr. 24/1.
Fig. 16. Lateralansicht.
Fig. 17. Dorsalansicht.
Fig. 18. Medianschnitt.

Fig. 19—23. Lateralansichten sämtlicher Entwicklungsstadien in gleicher Vergrößerung (13,5/1) photographiert.
Fig. 19. Lateralansicht vom 5. Bruttage.
Fig. 20. Lateralansicht vom 7. Bruttage.
Fig. 21. Lateralansicht vom 8. Bruttage.
Fig. 22. Lateralansicht vom 9. Bruttage.
Fig. 23. Lateralansicht vom 14. Bruttage.

Fig. 24—27. Medianschnitte der Rekonstruktionsmodelle vom 5., 7., 8., 9. Bruttage (Medianschnitt vom 14. Bruttage siehe Taf. VII Fig. 3) in gleicher Vergrößerung (13,5/1) photographiert.
Fig. 24. Medianschnitt vom 5. Bruttage.
Fig. 25. Medianschnitt vom 7. Bruttage.
Fig. 26. Medianschnitt vom 8. Bruttage.
Fig. 27. Medianschnitt vom 9. Bruttage.

## Tafel VI.

Fig. 28—31. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand, des Nasenschlauches und Ductus naso-pharyngeus eines Schafembryo von 41,0 mm Scheitel-Steißlänge. Vergr. 9/1.
Fig. 28. Lateralansicht.
Fig. 29. Dorsalansicht.
Fig. 30. Medianschnitt.
Fig. 31. Medianschnitt. Zunge entfernt.

Fig. 32—35. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand samt dem Nasenschlauche eines Schafembryo von 20,0 mm Scheitel-Steißlänge. Vergrößerung 13,5/1.
Fig. 32. Lateralansicht.
Fig. 33. Dorsalansicht.
Fig. 34. Medianschnitt.
Fig. 35. Medianschnitt. Zunge entfernt.

Fig. 36—37. Rekonstruktionsmodell der Mundrachenwand samt Nasenschlauch eines Schafembryo von 13,0 mm Scheitel-Steißlänge. Vergr. 13,5/1.
Fig. 36. Dorsalansicht.
Fig. 37. Lateralansicht.

## Tafel VII.

Fig. 38—43. Medianschnitte durch die embryonale Kopfanlage von Kanarienvögeln. Vergr. 9/1.
Fig. 38. Embryo des 5. Bruttages.
Fig. 39. Embryo des 6. Bruttages.
Fig. 40. Embryo des 7. Bruttages.
Fig. 41. Embryo des 8. Bruttages.
Fig. 42. Embryo des 9. Bruttages.
Fig. 43. Embryo des 14. Bruttages.

# Lebenslauf.

Ich, Georg Aulmann, deutsch-katholischer Konfession, bin geboren am 27. Mai 1884 als Sohn des Photographen Emmerich Aulmann und seiner Gemahlin Frieda, geb. Rhein zu Schwäbisch Hall in Württemberg. Von meinem 6.—8. Lebensjahre besuchte ich die dortige Vorschule, hierauf bis zu meinem 13. Jahre die Realschule. Infolge Umzugs meiner Eltern nach Offenbach a. M. besuchte ich in Offenbach hierauf die Oberrealschule von der dritten Klasse bis zur Oberprima und bestand das Abiturientenexamen Ostern 1902. Sommersemester 1902 bezog ich die Technische Hochschule zu Darmstadt, um mich dem Studium der Chemie und beschreibenden Naturwissenschaften zu widmen. Sommersemester 1904 bezog ich die Universität Erlangen, wo ich meine Studien fortsetzte und im dortigen zoologischen Institute vorliegende Arbeit verfaßte.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.